

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

NIRVANI SCHROEDER HENRIQUE

**QUALIDADE DE SOLOS EM ÁREAS ALTERADAS PELOS USOS NA REGIÃO
CENTRAL DO ESTADO DE RONDÔNIA**

ROLIM DE MOURA
2016

NIRVANI SCHROEDER HENRIQUE

**QUALIDADE DE SOLOS EM ÁREAS ALTERADAS PELOS USOS NA REGIÃO
CENTRAL DO ESTADO DE RONDÔNIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais, sob a orientação do Dr. Jairo André Schlindwein.

ROLIM DE MOURA
2016

Ficha catalográfica elaborada por
Fernando Silva de Almeida CRB 11/965

H519q Henrique, Nirvani Schroeder -
Qualidade de solos em áreas alteradas pelos usos na região central do
Estado de Rondônia. / Nirvani Schroeder Henrique; orientação Jairo
André Schlindwein. – 2016.
56f. ; il.

Dissertação (Mestrado) - Fundação Universidade Federal de
Rondônia. Campus de Rolim de Moura. Programa de Pós-Graduação
em Ciências Ambientais, Rolim de Moura-RO, 2016.

1. Degradação de solo. 2. Atributos químicos. 3. Atributos físicos.
4. Uso sustentável do solo. I. Schlindwein, Jairo André. II. Título.

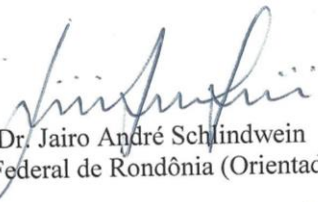
CDU- 631.4(811.1)

NIRVANI SCHROEDER HENRIQUE

Qualidade de solos em áreas alteradas pelos usos na região central do estado de Rondônia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ciências Ambientais, sob a orientação do Dr. Jairo André Schlindwein.

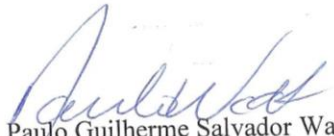
APROVADA: 28 de março de 2016.



Professor Dr. Jairo André Schlindwein
Universidade Federal de Rondônia (Orientador)



Dr. Marcelo Curitiba Espindula
Embrapa/RO (Membro interno)



Dr. Paulo Guilherme Salvador Wadt
Embrapa/RO (Membro externo)

Dedico à minha filha Maria, ao meu esposo Jaime.

AGRADECIMENTO

A Deus por estar do meu lado dando forças e paciência para que subisse mais este degrau em minha vida e por ter providenciado as circunstâncias que conduziram a realização deste projeto e de ter colocado no meu caminho tantas pessoas amigas, que a todo o momento estiveram prontas a colaborar na realização do trabalho.

À Universidade Federal de Rondônia e à Embrapa por proporcionar esta oportunidade de participar de um curso de pós-graduação de boa qualidade.

Ao meu orientador Dr. Jairo André Schlindwein por ter me ensinado boa parte do que aprendi durante a minha vida acadêmica, não apenas em sala de aula, mas por todas as informações de suas experiências que mesmo sem perceber me ensinou e que vou levar para a minha vida profissional.

Ao professor Fernando Antônio Rebouças Sampaio do IFRO- Campus Ji-paraná, juntamente com o técnico Deilton Nogueira e toda a equipe do laboratório de solos que me auxiliaram nas análises químicas.

À todos os professores do programa que dividiram comigo o seu saber representados pelo professor Emanuel, o qual é digno de minha admiração, pela sua postura profissional.

Aos meus colegas Gisele, Edilena, Cinira, Taciane, Giovana, Tamiris, Maciel, Isac, Sara e Angelita que me apoiaram e fizeram meus dias mais felizes. Em especial agradeço ao Nícolas, à Andréia, à Raissa, à Andreza, ao Alexandre, ao Adriano, à Tatiane e à Maria

Cristiana pelas companhias e porque foram meus parceiros nos trabalhos, nas viagens e até mesmo nos cuidados durante a gestação da Maria.

Aos meus pais e irmãs, especialmente a Giuvani que me acompanhou nas viagens para as aulas em Rolim de Moura e nas propriedades rurais. Ela foi uma segunda mãe nos cuidados com a minha filha.

Ao Jaime pelo apoio à minha formação profissional e pelas companhias e o trabalho pesado nas atividades de coleta de solo.

Aos produtores rurais que permitiram a utilização de suas propriedades para estudo e colaboraram com as informações necessárias para a pesquisa.

Ao Wesley, Jaime Miranda que colaboraram na indicação das propriedades rurais.

Ao Antônio e Wesley pela colaboração nas coletas de solo.

À minha filha, Maria Clara (Maria) que esteve comigo no curso desde a gestação e agora já é quase uma “mocinha”. Pois é a ela que dedico boa parte do meu tempo e atenção, mas é, também, ela o motivo da minha inspiração e de onde encontro forças para continuar mesmo diante das dificuldades.

RESUMO

O Bioma Amazônico é equilibrado e eficiente na produção e manutenção da qualidade do ambiente, mesmo ocorrendo em solos de baixa fertilidade natural. Quando é feito o desmatamento, como ocorreu em grandes áreas na colonização do estado de Rondônia, principalmente para o cultivo de pastagens para a pecuária de corte e agricultura, os solos rapidamente perderam a matéria orgânica e sua qualidade original, devido aos manejos inadequados, associados ao clima, falta de correção da acidez e adubação, causando prejuízos em atributos químicos, físicos e biológicos do solo, que trazem consequências como a diminuição da produtividade, a poluição ambiental e empobrecimento da população. O objetivo nesta pesquisa foi avaliar os atributos químicos e físicos de solos com diferentes usos no estado de Rondônia em comparação com solos de vegetação nativa e caracterizar os solos que foram mais influenciados pelas formas de uso. Para isso foi selecionado em diferentes tipos de solos, locais não antropizados e outros locais com diferentes graus de degradação. Nestes locais foram caracterizados os sistemas de uso do solo e avaliado os atributos físicos (densidade, porosidade macro, micro e total, e estabilidade de agregados) e os atributos químicos (pH, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, Al, CTC e V). Os solos com maior tempo de uso e com histórico de revolvimento apresentaram menor qualidade nos atributos físicos (densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade) e matéria orgânica do solo em comparação com os solos não antropizados, no entanto, na maioria dos solos cultivados os demais atributos químicos não foram influenciados negativamente pelos usos do solo.

Palavras-chaves: Degradação de solo. Atributos químicos. Atributos físicos. Uso sustentável do solo.

ABSTRACT

The Amazon biome is balanced and efficient in production and environmental quality maintenance even occurring in low fertility soils. When deforestation is done, as occurred in large areas in the colonization of the State of Rondonia, mainly for the cultivation of pasture for livestock cutting and agriculture, soils quickly lost organic matter and their original quality due to inadequate management, associated climate, lack of acidity and fertilization correction, causing losses in chemical, physical and biological soil, which bring consequences such as decreased productivity, environmental pollution and impoverishment of the population. The objective of this research was to evaluate the chemical and physical properties of soils with different uses in the state of Rondonia in comparison with native vegetation and soils characterize the soils that were more influenced by the use forms. To this was selected in different soil types, and other non-anthropogenic local areas with different degrees of degradation. These sites were characterized the land use systems and evaluated the physical properties (density, macro porosity, micro and total and aggregate stability) and chemical properties (pH, organic matter, P, K, Ca, Mg, Al, CTC and V). Soils with greater use of time and disturbance history had lower quality of physical attributes (density, porosity, macroporosity and microporosity) and soil organic matter compared to non-anthropogenic soils, however, in most cultivated soils other chemical attributes were not affected negatively by land uses.

Keywords: Soil Degradation. chemical attributes. physical attributes. sustainable land use.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Ocupação e características gerais do estado de Rondônia	11
2.2 Degradação do solo	12
2.3 Qualidade do solo.....	14
<i>2.3.1 Atributos físicos do solo.....</i>	<i>15</i>
<i>2.3.2 Atributos químicos do solo</i>	<i>19</i>
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Descrição e histórico das áreas de estudo	23
<i>3.1.1 Propriedade 1 - Cacoal.....</i>	<i>23</i>
<i>3.1.2 Propriedade 2 – Cacoal</i>	<i>24</i>
<i>3.1.3 Propriedade 3 – Espigão D'Oeste.....</i>	<i>26</i>
<i>3.1.4 Propriedade 4 – Presidente Médici</i>	<i>27</i>
3.2 Amostragem, análise laboratorial e análise estatística	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Atributos físicos.....	30
<i>4.1.1 Densidade do solo.....</i>	<i>30</i>
<i>4.1.2 Porosidade</i>	<i>32</i>
<i>4.1.3 Textura</i>	<i>34</i>
<i>4.1.4 Estabilidade de agregados</i>	<i>35</i>
4.2 Atributos químicos	38
<i>4.2.1 pH, H⁺Al e Fósforo.....</i>	<i>38</i>
<i>4.2.2 Ca, Mg, K, CTC e Saturação por bases (V%).....</i>	<i>41</i>
<i>4.2.3 Matéria orgânica</i>	<i>45</i>
4.3 Interpretação geral	47
5 CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

O solo é um meio natural e serve como substrato e fonte de nutrientes para o desenvolvimento das plantas. Se usado intensivamente, com métodos de preparo inadequados ou preparo excessivo, o solo passa a sofrer alterações, comprometendo a conservação e a produção agrícola pela redução de fornecimento de nutrientes para as plantas (SILVA, 2012).

Na colonização do estado de Rondônia ocorreu desmatamento para a abertura de áreas, principalmente para o cultivo de pastagens para a pecuária de corte e agricultura. Os solos dessas áreas perderam a matéria orgânica e a qualidade original, devido aos manejos inadequados, associados ao clima, falta de correção da acidez e adubação, causando prejuízos em atributos químicos, físicos e biológicos do solo, que podem trazer consequências como a diminuição da produtividade, a poluição ambiental e empobrecimento da população.

Os resultados do uso prolongado dessas formas de ocupação do solo são amplamente conhecidos, principalmente, pela produtividade e aspecto visual de desenvolvimento das plantas, porém não existem estudos científicos de caracterização e quantificação de atributos de solo afetados pelos usos em Rondônia. Dentre os poucos estudos científicos de solos em Rondônia já publicados, a maioria foram feitos para testar tratamentos de melhorias em atributos de solos, para verificar as respostas no solo e das plantas.

Uma das informações que não existe em áreas com solos degradados em Rondônia é um levantamento de caracterização dos sistemas de manejos de solo juntamente com a quantificação de valores de atributos químicos, físicos e biológicos de solos, baseado na comparação com áreas não antropizadas. Por exemplo, se em um determinado solo que tenha nas proximidades uma situação de vegetação original (não antropizada) com teores de matéria orgânica da ordem de 30g.dm^{-3} de solo e em uma situação de pastagem visualmente degradada pelo uso ao longo dos anos com teores de matéria orgânica da ordem de 20 g.dm^{-3} de solo, poder-se-ia dizer que este sistema de uso do solo foi responsável pela perda de 33,3% da matéria orgânica. Desta forma, ao caracterizar outros sistemas de uso do solo também poderia se estimar os efeitos do uso do solo tanto para matéria orgânica como para outros atributos químicos, físicos ou biológicos do solo. Sendo assim, faz-se necessário a identificação dos sistemas de uso do solo que causam maiores problemas de degradação do solo para se propor ações para melhorar aqueles que mais prejudicam o desenvolvimento das plantas e que também causam maiores prejuízo ao ambiente e aos produtores.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os atributos químicos e físicos de solos com diferentes usos no estado de Rondônia em comparação com solos de vegetação nativa e caracterizar os solos que foram mais influenciados pelas formas de uso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ocupação e características gerais do estado de Rondônia

É estimado que no Brasil, pelo menos, 80% dos 120 milhões de áreas de pastagens estão degradadas ou em processo de degradação e apesar desse número tão representativo, poucos pecuaristas estão adotando técnicas de conservação para recuperar essas áreas e outros não estão, sequer, preocupados com tal situação. Devido ao estado de degradação das pastagens, a produção da pecuária de corte nacional tem sido afetada pela falta de forragem para a alimentação dos animais durante algum período do ano. Em consequência, os sistemas de produção são de baixa rentabilidade com baixa qualidade da carne, baixa produção e permanência dos animais por maior período na pastagem, ou seja, a chamada pecuária de ciclo longo (KICHEL et al., 2011).

Originalmente o solo do estado de Rondônia foi em grande parte coberto pela floresta Amazônica. A Floresta preservava a matéria orgânica e participava na ciclagem de nutrientes do solo, mantendo, desta forma, produtividades relativamente altas embora com baixa fertilidade natural dos solos do Estado. Com a derrubada da floresta e manejo inadequado do solo houve um desequilíbrio físico, químico e biológico no solo, levando, consequentemente, à baixas produtividades das culturas (SCHLINDWEIN et al., 2012).

Apesar do estado de Rondônia apresentar condições edafoclimáticas ideais para produção animal em pastagem, a pecuária bovina no Estado ainda registra índices de produtividade muito aquém do seu potencial. Isto porque, no estado de Rondônia, ainda predomina o sistema de pastejo contínuo em que o gado fica sobre uma mesma área de pastagem por um período prolongado de tempo não permitindo que as plantas se recuperem após o corte. Dessa maneira, as reservas nutricionais do capim são exauridas e há diminuição progressiva de sua produtividade e vigor, o que favorece o aparecimento de plantas invasoras sem valor nutritivo para os animais, além dos reflexos sobre a cobertura do solo, que fica desprotegido e mais suscetível aos efeitos da erosão (SALMAN, 2007).

O clima em Rondônia é tropical quente e úmido. As quantidades de chuvas variam entre 1400 a 2600 mm por ano, e os meses que apresentam chuvas mais intensas são de outubro a abril. Os meses entre julho e agosto apresentam menos de 50 mm de chuva por mês; a temperatura do ar na média varia entre 24 e 26°C; a umidade relativa do ar varia em torno de 75% no outono e inverno e de 80% a 90% no verão (RONDÔNIA, 2012a).

A principal classe de solos em Rondônia são os Latossolos, que ocupam área de 58%, sendo que 16% são Latossolo Amarelo, 16% Latossolo Vermelho e 26% Latossolo Vermelho Amarelo. Seguidos de Argissolos e Neossolos com 11% do território cada, os Cambissolos com 10% e os Gleissolos com ocupação de 9% do território do Estado. As demais classes de solos ocupam o restante da área (1%) (RONDÔNIA, 2012a).

Dos solos de Rondônia, 59% possuem aptidão de usos para lavoura nos diferentes níveis, 16% em aptidão para usos com pastagens cultivadas, 5% para pastagens nativas e 20% do território não apresenta aptidão de agrícolas ou pecuários e devem ser mantidos como áreas de preservação. Independentemente da aptidão de usos, Rondônia ainda apresenta em torno de 60% com sua vegetação nativa (RONDÔNIA, 2012b).

O estado de Rondônia possuiu uma ocupação posterior a muitos outros Estados do Brasil, com grande incremento de uso do solo a partir da década de 1980, quando o INCRA realizou a distribuição de lotes de terra para usos na agropecuária. Depoimentos de agricultores afirmam que para obterem o título de posse da Terra e demonstrarem o uso, os colonizadores eram orientados pelo INCRA a desmatarem pelo menos 50% da área assim que recebiam seus lotes (SCHLINDWEIN et al., 2012).

O grande desmatamento que se seguiu a partir da década de 1980, foi feito, na maioria das vezes, sem critérios técnicos, onde a derrubada de árvores e queima da biomassa eram as principais formas. Em seguida semeavam-se a pastagem e, anualmente, no período da seca, o fogo era usado como instrumento de limpeza (controle de invasoras), ou de eliminação do excesso de pasto não consumido pelo gado (FERNANDES; GUIMARÃES, 2002). Tomasi (2011) cita que algumas das justificativas apresentadas por pecuaristas para o uso da queima das pastagens é o aumento da palatabilidade da forrageira, baixo custo e rapidez na execução, além do rápido rebrote das pastagens.

2.2 Degradação do solo

Quando os sistemas naturais são modificados pela ação humana dão origem a áreas alteradas. Essas áreas podem ter sua capacidade melhorada, conservada ou diminuída, quando comparada ao sistema natural. Porém, quando o resultado dessa alteração ocasiona a perda da capacidade produtiva, diz-se que as áreas estão degradadas (SILVA et al., 2007).

Um dos principais processos responsáveis pela perda da qualidade estrutural dos solos ao longo do tempo é a degradação física. Essa degradação, no entanto, é potencializada por alguns fatores como a perda de solo por erosão, a redução da matéria orgânica e a

compactação (BLAINSKI et al., 2008; ANDRADE, 2009). Em pastagens, por exemplo, a perda de qualidade na estrutura física do solo pode ser potencializada pela alta taxa de lotação animal nas áreas destinadas à criação de bovinos (GREGO et al., 2011).

Altas taxas de lotação animal podem refletir em perda de qualidade da pastagem com redução do vigor das plantas, declínio e morte e a dominância de outras espécies menos palatáveis. Além disso, auxilia também no aparecimento de áreas descoberta de vegetação, acelerando a erosão laminar, onde a superfície do solo é arrastada pela erosão e, em consequência, a área torna-se progressivamente menos fértil (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2010).

A degradação do solo resulta em erosão laminar com remoção da camada superficial do solo. Esta é a camada mais rica em nutrientes e matéria orgânica e devido a isto a mais fértil para produção. Quando as partículas mais finas são arrastadas para as partes mais baixas do terreno, a maior parte dessas partículas podem ser levadas para cursos d'água, tornando a água imprópria para o consumo humano, causando assoreamento refletindo na obstrução dos sistemas de irrigação ou canais de transporte em rios. Enfim, a agricultura perde, permanentemente, esses nutrientes e os sistemas de vida aquáticos são danificados podendo até ocorrer eutrofização da água devido à carga de nutrientes presentes, danificando, inclusive, a pesca (ARAÚJO et al., 2010).

A compactação também é outro efeito de solos mau manejados, pois aumenta a densidade do solo e sua resistência mecânica aos manejos de solo e crescimento radicular, e diminui a porosidade total em função da redução no volume de macroporos enquanto o de microporos permanece praticamente inalterado. Devido a isso, há redução na infiltração de água no solo e aumento do escoamento superficial, aumentando, conseqüentemente, a erosão do solo. A compactação também diminui o crescimento e a efetividade das raízes afetando negativamente a absorção de água e nutrientes, por reduzir o volume de solo explorado pelo sistema radicular. Portanto, o efeito da compactação é mais prejudicial quanto mais próximo da superfície ela se localizar devido à maior presença de raízes em menor profundidade (DIAS JUNIOR; PIERCE, 1996; STÜRMER, 2012).

Os tipos de preparo do solo também podem favorecer a degradação do solo, como por exemplo, o preparo de solo no sistema de cultivo convencional que pode causar a degradação do solo por utilizar técnicas de preparo do solo com revolvimento excessivo, pois se realizados de forma inadequada podem reduzir a qualidade dos atributos físicos do solo e favorecer o início de um processo erosivo (MACEDO, 2009).

Quando a degradação do solo leva a uma perda de produtividade das culturas, os reflexos podem se resultar em uma expressiva perda econômica. Nos locais onde a degradação é mais séria as áreas podem ser abandonadas por alguns anos ou permanentemente, ou, ainda, convertidas em usos menos nobres (ARAÚJO et al., 2010). Este cenário de degradação tem despertado a preocupação de diferentes segmentos da sociedade com atuação no bioma Amazônico, com intuito de que o setor produtivo adote sistemas de produção mais sustentáveis (TOWNSEND et al., 2010).

2.3 Qualidade do solo

Quando a comunidade científica começou a pesquisar sobre os problemas ambientais como a degradação do solo e outros temas referentes ao meio ambiente como sustentabilidade agrícola, recursos naturais e a função do solo nesse contexto, a discussão sobre a qualidade do solo se intensificou, fato que ocorreu no início da década de 1990 (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). Essa preocupação se estende ainda para os dias atuais entre os pesquisadores da área de ciência do solo que procuram identificar indicadores do solo, sejam físicos ou químicos, para que possam definir valores quantitativos e mensuráveis para servirem de referência e que indiquem o nível de degradação do solo (MOTA et al., 2013).

A qualidade do solo pode ser quantificada tanto física como quimicamente. Para quantificar a qualidade do solo um número mínimo de atributos, chamados de indicadores, devem ser medidos (SILVA et al., 2010). Mota et al. (2013), afirmam que alguns atributos do solo como teor de matéria orgânica, densidade do solo, resistência à penetração, condutividade hidráulica e estabilidade de agregados são bastante utilizados como indicadores de qualidade do solo, pois podem ser modificados pelo uso e manejo do solo. Os autores destacam ainda, que um atributo para ser utilizado como indicador da qualidade do solo deve ser sensível às variações do manejo ao qual o solo está submetido e que estudos da qualidade do solo pelos atributos físicos sinalizam o manejo adequado do ambiente visando a conservação e produtividade, além de serem de grande importância para a manutenção e sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Para medir o índice de qualidade do solo, Melo Filho et al. (2009), utilizaram os atributos de porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo, retenção de água, condutividade hidráulica, capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e pH do solo.

Com o objetivo de avaliar atributos indicadores de qualidade de Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho-Amarelos argilosos do Distrito Federal, Papa et al. (2011), utilizaram o solo sob vegetação nativa para definir parâmetros de qualidade natural que sirvam de referência para a avaliação da qualidade de solos sob uso agrícola, pois afirmam que a avaliação de atributos como densidade, porosidade, resistência à penetração, nível de agregação, grau de flocculação, CTC e matéria orgânica, em solos sob vegetação natural da região em estudo é uma alternativa quando não há parâmetros ou valores dos atributos de qualidade do solo considerados sustentáveis que sirvam de referência para os solos em estudo sob uso antrópico. Os autores ainda destacam que quando um manejo do solo causa a degradação do mesmo, outras práticas adequadas de manejo do solo podem ser adotadas e à longo prazo um novo equilíbrio pode ser retomado, porém a qualidade deste solo, que uma vez foi degradado, será diferente ou inferior ao solo sob vegetação nativa.

2.3.1 Atributos físicos do solo

2.3.1.1 Densidade do solo

A densidade do solo varia com o tempo por processo natural de adensamento do solo e com o manejo adotado. Ela representa a razão entre massa de sólidos e volume total, portanto ela inclui o espaço existente dentro e entre os agregados do solo (AMARO FILHO et al., 2008). De acordo com Lanza et al. (2007), a densidade é um dos parâmetros físicos mais utilizados para avaliar a qualidade física do solo.

A densidade do solo é influenciada pela textura do solo e pela presença de matéria orgânica. Solos mais argilosos e com maiores quantidades de matéria orgânica tendem a apresentar menor densidade. A matéria orgânica é um agente que participa da estruturação do solo e a quantidade e qualidade da matéria orgânica nas camadas superficiais do solo auxilia na formação de estrutura granular grumosa com características expressivas de elevada porosidade entre e dentro dos agregados (FERREIRA, 2010).

A estrutura do solo, no entanto, pode ser alterada pelos usos e manejos do solo devido à alteração da disposição das partículas do solo, sendo assim, a densidade do solo é um bom indicador da qualidade física do solo e pode fornecer informações relevantes à respeito dos usos e manejos do solo (FERREIRA, 2010).

É sabido que um solo compactado tem menor macroporosidade e porosidade total, maior densidade e resistência à penetração de raízes, tem baixa infiltração de água e menor

presença de oxigênio devido à quantidade reduzida de poros. O tráfego de máquina pela área de cultivo é um dos grandes responsáveis pela compactação e aumento da densidade dos solos agrícolas além de provocar modificações em outros atributos físicos do solo como na porosidade, capacidade de estocagem de água, aeração, resistência a penetração das raízes e na condutividade hidráulica (DIAS JUNIOR; PIERCE, 1996). Além disso, altas taxas de lotação animal com pisoteio excessivo pelos animais na mesma área pode provocar a compactação e aumento de densidade do solo (YDOYAGA et al., 2006).

Solos de maior densidade, especialmente aqueles adensados por compactação, geralmente apresentam baixa permeabilidade, sendo assim, a água terá dificuldade para se infiltrar, resultando no escoamento superficial, provocando erosão hídrica pelo carreamento de solo pela água da chuva, e consequentemente tornando-o de menor qualidade para uso agrícola (AMARO FILHO et al., 2008).

2.3.1.2 Porosidade do solo

A porosidade é definida como os espaços ocupados por água e ar existentes entre as partículas sólidas, incluindo os agregados do solo. Os poros são de diâmetro variado e, de maneira geral, os macroporos são responsáveis pela infiltração de água no solo e pelas trocas gasosas e os microporos exercem, principalmente, a função de retenção da umidade do solo (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Libardi (2005), o solo é um material sólido que contém poros que se conectam entre si. Quando o solo está totalmente saturado é porque estes poros estão cheios de água e quando o há redução de água nos poros, com o passar do tempo e perda de água, ele fica insaturado, recebendo a denominação de solo agrícola ou com aptidão para a prática da agricultura.

A porosidade é uma característica física do solo relacionado com o desenvolvimento das plantas por ser responsável pelo armazenamento de água e aeração do solo. Valores menores do que 10% de poros ocupados com ar podem causar redução no crescimento das raízes e consequentemente, menor desenvolvimento das plantas (GRABLE; SIEMER, 1968 apud SILVA et al., 2009), pois os poros são responsáveis pela infiltração e armazenamento da água no solo para posterior disponibilização às plantas e, além disso, em solos com baixa porosidade de aeração, as trocas gasosas diminuem e aumenta a concentração de gás carbônico, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular (GENRO JÚNIOR et al., 2009).

Solos compactados e com alta densidade geralmente apresentam pouca porosidade. O manejo inadequado do solo pode causar a compactação que é um fator de alta relevância, pois modifica a continuidade dos poros e causa a redução do volume e da geometria dos poros (SILVA et al., 2009). No entanto, em manejos adequados do solo pode ser alcançada condição de boa porosidade, tornando-o livre de impedimentos físicos que obstruam o desenvolvimento do sistema radicular (LIMA et al., 2009).

Roque et al. (2010), estudaram o controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar e verificaram que no tratamento entrelinha, de um ano para o outro ano, ocorreu uma redução do volume de macroporos devido à frequência do tráfego de máquinas sobre o solo.

2.3.1.3 Textura do solo

Por meio das frações granulométricas do solo (areia, argila e silte) é possível identificar a classe textural do solo.

A granulometria do solo se refere à quantificação do tamanho das partículas primárias do mesmo. As partículas minerais do solo apresentam tamanhos variados, desde aquelas que podem ser vistas a olho nu até aquelas de tamanhos extremamente reduzidos (AMARO FILHO et al., 2008). Elas são classificadas, conforme seus diâmetros, em areia ($2\text{ mm} \geq 50\text{ }\mu\text{m}$), silte ($50 \geq 2\text{ }\mu\text{m}$) e argila (menores que $2\text{ }\mu\text{m}$) (VAZ et al., 1996).

De acordo com Silva et al. (1986), maiores teores de argila e de matéria orgânica do solo provocam redução na compactação do solo, diminuindo, conseqüentemente, a densidade do solo e aumentando a umidade crítica de compactação. Isto ocorre pelo fato da argila e a matéria orgânica influenciarem o poder de adsorção de água no solo.

A distribuição do tamanho das partículas é importante para a indicação da qualidade do solo sob diversos aspectos, como drenagem, erosão, adsorção de nutrientes e pesticidas, entre outros (VAZ et al., 1996) e pelo fato da distribuição granulométrica influenciar diretamente o fluxo superficial e o movimento de água no solo, é fundamental para o planejamento ambiental (KITAMURA et al., 2007).

2.3.1.4 Estabilidade de agregados

Uma das mais importantes propriedades do solo do ponto de vista agrícola é a estruturação, uma vez que ela é fundamental no processo de interrelação solo-planta. Os

agregados do solo formam, em conjunto, a estrutura do solo, que define a porosidade e consequente a retenção de água no solo (BEUTLER et al., 2005).

A avaliação da estabilidade de agregados é a avaliação que determina a distribuição dos agregados por tamanho. Quanto maior o agregado, menor é sua susceptibilidade ao movimento pela água da chuva e pelo vento e, além disso, a estabilidade dos agregados determina a dimensão dos espaços porosos em solos cultivados. Sendo assim, a existência de agregados estáveis no solo é importante para a manutenção de elevadas taxas de infiltração de água no solo, para a resistência do solo à erosão, para o suprimento de água e nutrientes para as plantas e para a manutenção de um equilíbrio favorável ao desenvolvimento radicular (FERREIRA, 2010).

A qualidade estrutural do solo é definida pelas condições físicas favoráveis à emergência de plântulas, ao desenvolvimento radicular, à aeração, infiltração e movimento de água no perfil do solo (LIMA et al., 2003).

A agregação do solo também é influenciada pela composição textural (CASTRO FILHO et al., 1998) e pela presença de matéria orgânica do solo, uma vez que os compostos orgânicos participam das ligações entre as partículas do solo e atuam como agentes cimentantes das unidades estruturais pelas suas características de superfície. Esses compostos podem também influenciar na capacidade produtiva do solo devido à diversos processos como amenização da toxicidade de alguns elementos, aeração, infiltração e retenção de água, maior atividade biológica e disponibilidade de nutrientes (SILVA et al., 2000).

Outro fator que influencia a estabilidade dos agregados é o manejo aplicado ao solo, pois operações de aração e gradagem, quando realizadas em períodos e de forma inadequada, podem destruir os agregados, causando a pulverização destas estruturas e consequentemente a perda de parte da capacidade de retenção de água na camada arável, propiciando o escoamento superficial da água da chuva e possível compactação, devido ao trânsito de máquinas no local. Ao mesmo tempo em que o revolvimento do solo pode pulverizar as partículas e causar a desagregação também pode ocorrer um incremento de argila dispersa em água em solos fisicamente degradados, a qual se deposita nas fissuras dos agregados e atua como agente agregante (SILVA et al., 2010).

A prática de deixar o solo descoberto exposto ao impacto das gotas de chuva causa a degradação de sua estrutura aumentando os agregados de menor tamanho (WOHLENBERG et al., 2004). Além disso, o tipo de vegetação presente no solo propicia a agregação do mesmo, devido aos diferentes tipos de sistema radicular de cada espécie, sendo os mais eficientes os das gramíneas, por serem fasciculados e, na sua maioria, finas, o que

proporciona uma melhor agregação das partículas primárias do solo (PERUSI; CARVALHO, 2007).

A formação de agregados no solo também é favorecida pela compactação do solo por meio de atividades de preparo em condições inadequadas, do tráfego de máquinas ou pisoteio animal, por exemplo. A compactação causa um adensamento no solo e consequentemente maior contato entre as partículas que se agregam, no entanto este tipo de agregação não é favorável ao desenvolvimento das culturas, uma vez que os espaços porosos são reduzidos e o desenvolvimento radicular é limitado (SILVA et al., 2010).

2.3.2 Atributos químicos do solo

2.3.2.1 pH do solo

O pH representa a acidez ou alcalinidade de uma substâncias que pode variar em uma escala de 0 à 14. Em solos produtivos pode ocorrer pH de 4,0 à 9,0, porém para o cultivo de plantas, levando-se em consideração a máxima eficiência econômica é entre 5,5 e 6,5. O pH mede os íons de Hidrogênio ativos e cada unidade logarítmica de mudança no pH representa uma mudança de 10 vezes mais alcalino ou mais ácido, ou seja, um solo com pH 6 é 10 vezes mais ácido que um solo de pH 7, pois a relação acidez e pH é inversamente proporcional (LOPES, 2001).

A acidez do solo pode ocasionar alterações na fertilidade e química do solo, restringindo o desenvolvimento do sistema radicular das culturas pelo fato de estar relacionada com a baixa disponibilidade de cátions básicos como o Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) e de micronutrientes, diminui a disponibilidade de fósforo e molibdênio e promove altas concentrações de Al e Mn, causando toxidez. Ela pode ser originada naturalmente, em decorrência do material de origem do solo, da ação do intemperismo ao longo do tempo; pela remoção de cátions básicos por meio das plantas cultivadas bem como por processos de erosão e lixiviação; pela liberação de grupos ácidos presentes na matéria orgânica; ou por adição de fertilizantes minerais devido à oxidação do amônio (SOUZA, et al., 2007).

Para obtenção de melhores produtividades, melhor eficiência na absorção de água e nutrientes do solo pelas plantas é necessária a correção da acidez do solo por meio da calagem tanto na camada superficial como em maiores profundidades (SOUZA, et al., 2007).

2.3.2.2 Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Fósforo (P), Potássio (K), Alumínio (Al), Soma de Bases (SB), CTC, Saturação por Bases (V%) e Saturação por Alumínio(m%)

Os macronutrientes primários (N, P, K) são utilizados pelas plantas em quantidades relativamente grandes enquanto os secundários (Ca, Mg e S) são absorvidos em quantidades um pouco menores (LOPES, 2001), ambos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Nesta pesquisa, dentre os macronutrientes citados acima, foram analisados P, K, Ca e Mg para quantificar a possível perda da fertilidade do solo em decorrência do tempo de uso e manejo dos solos no estado de Rondônia.

O fósforo é um elemento essencial e insubstituível para a planta completar seu ciclo normal de produção. Ele atua na fotossíntese, no crescimento das células, na respiração, na divisão celular, no armazenamento e transferência de energia, promove a formação e o crescimento das raízes, é vital para a formação das sementes, dentre outras funções (LOPES, 2001). O fósforo absorvido pelas plantas é aquele presente na solução do solo, no entanto, em condições de baixo pH do solo o estoque de fósforo na solução do solo pode ser reduzido pois ele poderá se precipitar em formas de baixa solubilidade (NOVAIS et al., 2007).

O potássio exerce várias funções nas plantas dentre elas a ativação de sistemas enzimáticos, regulação osmótica por meio da abertura e fechamento de estômatos, atua na síntese de proteína e na resistência das plantas às pragas e doenças. Ele pode ser encontrado no solo de várias formas: na estrutura dos minerais, ligado às cargas negativas das frações orgânicas e inorgânicas, moléculas grandes não absorvíveis pelas plantas formadas pela união de duas entidades químicas (precipitado), na fração orgânica viva e na solução do solo (ERNANI et al, 2007).

Os resíduos de plantas e de animais contêm quantidades variáveis de macronutrientes como o fósforo, o magnésio, o cálcio, o enxofre, além de micronutrientes e à medida que esses resíduos se decompõem, esses elementos ficam disponíveis para a absorção pelas plantas em crescimento (LOPES, 2001).

Os cátions que ficam retidos nos colóides do solo podem ser substituídos por outros cátions em um determinado pH do solo, esta dinâmica é conhecida como CTC (LOPES, 2001). A CTC favorece a manutenção da fertilidade do solo por um período prolongado além de reduzir o efeito tóxico no caso de aplicação excessiva de fertilizantes. Sendo assim, ela atua como um bom indicador da qualidade do solo se a maior parte desta CTC estiver ocupada por cátions essenciais (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+}), no entanto se a maior parte da CTC estiver

ocupada pelos cátions tóxicos ($H^+ + Al^{3+}$) este solo pode ser considerado pobre (RONQUIM, 2010).

A porcentagem da CTC ocupada pelas bases trocáveis é chamada de saturação de bases, parâmetro utilizado para o cálculo de calagem em manuais de recomendação de calagem de alguns Estados do País. (LOPES, 2001). A saturação por bases também é um bom indicador das condições gerais de fertilidade do solo. Geralmente, as culturas apresentam melhores produtividades quando a saturação de bases do solo está entre 50 e 80% (RONQUIM, 2010).

O alumínio pode causar efeitos de toxidez para a maioria das culturas comerciais. Ele é parte integrante das argilas caolinita, do tipo 1:1, sendo assim, quanto maior a quantidade desta argila maior será a disponibilidade de alumínio no solo. Nos solos sob clima quente e úmido, como no estado de Rondônia, há uma remoção mais rápida das bases e do silício que compõem os minerais, permanecendo nestas regiões as argilas mais simples (caolinitas) e óxidos de ferro de alumínio (RONQUIM, 2010).

Para melhor avaliar os efeitos de toxidez do alumínio deve-se calcular a saturação por Al (m%). A saturação por alumínio pode apresentar-se maior em solos muito pobres em Ca, Mg e K. Quando a saturação por alumínio for maior que 50% estes solos são classificados como álicos (RONQUIM, 2010).

O efeito de toxidez por alumínio e deficiência de cálcio e magnésio limita o crescimento das plantas, pois restringe o desenvolvimento radicular refletindo negativamente na absorção de água e nutrientes e consequentemente se resulta em menores produtividades das culturas. Essas condições indesejáveis ocorrem, geralmente em solos ácidos e pode ser corrigido com a aplicação de calcário que além de fornecer Ca e Mg neutraliza o Al e promove o aumento da disponibilidade de fósforo e outros nutrientes, eleva a capacidade de troca de cátions (CTC) dentre outros benefícios (SOUSA; LOBATO, 2004).

2.3.2.3 *Matéria orgânica*

A matéria orgânica (MO) é fundamental para o adequado funcionamento do solo, pois atua em diversas propriedades físicas, químicas e biológicas. Os efeitos da matéria orgânica do solo no ambiente estão relacionados com sua alta reatividade e suas características químicas e físicas (DICK et al., 2009), ou seja, ela atua como um condicionador de solo, onde ocorre o melhoramento dos atributos físicos, como diminuição da densidade da camada superior do solo, maior estabilidade dos agregados, proporciona o aparecimento de macro- e

micro poros, favorecendo o maior acúmulo de água e regulação da temperatura destes solos (HENRIQUE, 2011).

Quanto maior a precipitação maior será o incremento de fitomassa e o estoque de MO e quanto menor a temperatura, maior é o acúmulo de MO. A cada 10 °C que a temperatura decresce o teor de matéria orgânica aumenta de 2 a 3 vezes. No entanto, em regiões mais quentes, embora tenha maior taxa de mineralização, o estoque de MO pode ser compensado pela alta produção de fitomassa. Além disso, os usos e manejos do solo podem aumentar ou diminuir o estoque de MO, isto, no entanto, depende do sistema de culturas (anual, semiperene ou perene, em sucessão ou não) e do preparo do solo adotado, pois o revolvimento do solo rompe os agregados que protegem fisicamente a MO influenciando inversamente no estoque de MO quando maior for o revolvimento (MELO; ALLEONI, 2009).

Solos bem manejados proporcionam um acúmulo de matéria orgânica reduzem a densidade e aumentam a umidade crítica para compactação do solo tornando o solo mais resistente à compactação. No entanto, a magnitude desses efeitos é dependente da granulometria do solo (BRAIDA et al., 2006).

Além de ser um bom condicionador físico do solo, a matéria orgânica atua também na parte química do solo, pois é uma rica fonte de nutrientes para as plantas, apresenta uma grande área superficial específica e capacidade de troca de cátions (CTC) que pode chegar a 1.400 cmol_c.kg⁻¹ (CANELLAS et al., 1999), resultando em uma capacidade de retenção de água e nutrientes muito maior quando comparado aos minerais do solo.

O solo sob vegetação nativa é estável, pois as perdas e adições de material orgânico se equivalem. No entanto, este equilíbrio pode ser quebrado com o revolvimento do solo. Todavia, adotando-se sistemas de preparo reduzido este equilíbrio pode ser retomado (MELO; ALLEONI, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição e histórico das áreas de estudo

O estudo foi realizado no ano de 2015 em quatro propriedades rurais localizadas na região central do estado de Rondônia as quais estão descritas à seguir.

3.1.1 Propriedade 1 - Cacoal

Está localizada no município de Cacoal, na linha 11, à 35 km da área urbana. As atividades desenvolvidas são de mão-de-obra familiar.

Além da área de vegetação nativa com Floresta Amazônica foram amostradas mais 3 (três) áreas com diferentes cultivos e tempo de utilização, conforme mostra a figura 3.

Bananal (BN): A área está em uso há 20 anos. Após a derrubada da vegetação nativa foi implantada uma lavoura de café com espaçamento de 3,5 x 3 metros e durante 2 anos foram cultivadas culturas anuais nas entrelinhas. Posteriormente a lavou de café foi consorciada com banana durante 8 anos, sendo cultivada nas entrelinhas do café com espaçamento entre plantas de 4 metros. Atualmente a área permanece apenas com o bananal que foi renovado enquanto o café foi retirado da área.

A área não recebeu ou recebe adubação e nem revolvimento do solo.

Pastagem (PT): Esta área está sendo utilizada há 35 anos. Inicialmente, por 8 anos, foi cultivada com culturas anuais e café. Após a retirada do cafezal foi implantada a pastagem que permanece até os dias de hoje.

A área nunca recebeu calagem, adubação ou revolvimento do solo como gradagem e aração. Atualmente a taxa de lotação animal é baixa, no entanto, anteriormente, foi utilizada com maior número de animais.

A espécie utilizada na pastagem é do gênero *Brachiaria*. Nos últimos 4 anos encontra-se com porte alto proporcionando boa cobertura ao solo, no entanto, na maioria dos anos anteriores permaneceu subdesenvolvida.

A pastagem está localizada em uma área com 3% de declividade e não sofre inundação em período de chuvas.

Cafezal (CF): Esta área foi, inicialmente, cultivada com café (mudas de sementes), durante 15 anos com espaçamento de 3,5 x 3,0 metros, e as entrelinhas foram utilizadas para o cultivo de culturas anuais por um período de 2 anos. Após a retirada do café foi cultivada com

cacau durante 10 anos com espaçamento de 5 x 3,5 metros e atualmente está sendo cultivada com café há 10 anos com espaçamento de 2,5 x 2,0 metros.

No primeiro plantio de café e durante o cultivo com cacau a área não recebeu adubação. No entanto, atualmente recebe adubação de N, P e K uma vez ao ano.

O preparo do solo nesta área nunca foi com revolvimento.

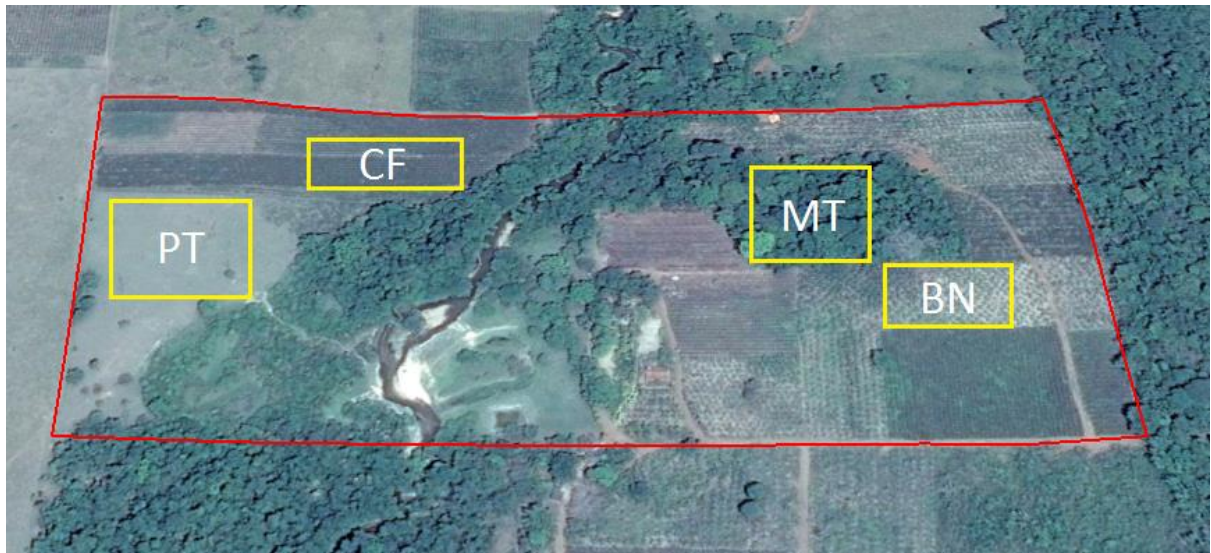


Figura 1 – Usos do solo com cultivo de banana (BN), pastagem (PT), cafezal (CF) e mata (MT) amostrados na propriedade 1 em Cacoal. Fonte: RECORTE de área da zona rural do município de Cacoal/RO. In: MICROSOFT WINDOWS. **Google Earth**. 2016. (Adaptado pela autora). Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/thanks.html#os=win#usagestats=yes#update=yes>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

3.1.2 Propriedade 2 – Cacoal

Esta propriedade está localizada na linha Eletrônica no município de Cacoal (próximo à Espigão D'Oeste). A propriedade tem atividades diversificadas, mas a principal é o cultivo de café do qual foram amostradas 2 áreas com tempo de uso diferentes e além dos cafezais foi amostrada uma área de pastagem e outra com vegetação nativa (mata), conforme mostra a figura 2.

Cafezal 1 (CF1): Esta área está em uso há 20 anos. Inicialmente foi realizado o plantio de culturas anuais nas entrelinhas do café por aproximadamente 2 anos até ser impossibilitado pelo sombreamento. Esta área é irrigada e recebe adubação com fertilizante químico e cama

de frango esporadicamente, porém sem análise de solo e recomendação de adubação feita por profissional habilitado.

O espaçamento utilizado é de 2,5 x 2,0 metros.

Cafezal 2 (CF2): O tempo de uso da área é de 10 anos cultivado com café com espaçamento de 2,5 x 2,0 metros e, inicialmente, cultivada com culturas anuais juntamente com café por 2 anos. Anualmente a área recebe aplicação de cama-de-frango há 3 anos, porém sem recomendação de adubação com base em resultados de análise do solo. Segundo o proprietário, nas duas áreas de cafezal amostradas, o solo nunca foi revolvido.

Pastagem (PT): A pastagem tem idade de aproximadamente 35 anos. Logo após a derrubada da floresta foi cultivada com 1 ciclo de culturas anuais e posteriormente foi implantada a pastagem com espécie do gênero *Brachiaria* a qual nunca recebeu adubação ou preparo de solo com implementos como arado, grade e subsolador. A pastagem tem sinais visíveis de degradação e pode ser observado um baixo desenvolvimento da forrageira, mesmo em período chuvoso.



Figura 2 – Usos do solo com cultivo de cafezal com 20 anos (CF1), cafezal com 10 anos (CF2), pastagem (PT) e mata (MT) na propriedade 2 em Cacoal. Fonte: RECORTE de área da zona rural do município de Cacoal/RO. In: MICROSOFT WINDOWS. Google Earth. 2016. (Adaptado pela autora). Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/thanks.html#os=win#usagestats=yes#updater=yes>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

3.1 3 Propriedade 3 – Espigão D'Oeste

A terceira propriedade rural amostrada está localizada no município de Espigão D'Oeste, linha 5, Km 7. A propriedade ocupa uma área total de 12,5 alqueires e tem atividades diversificadas, mas a principal é fruticultura.

Das áreas em cultivo foram amostradas as cultivadas com pastagem, cafezal e um consórcio de café e coco, além da vegetação nativa, conforme mostra a figura 3.

Pastagem (PT): A área de pastagem utilizada para amostragem está em uso há 15 anos e a espécie é do gênero *Brachiaria*. Inicialmente, logo após a derrubada da floresta, foi utilizada para o cultivo de culturas anuais. No período da amostragem do solo a forrageira se encontrava com porte alto pelo fato de não ter animais há 5 meses, porém se encontrava com grande quantidade de plantas daninhas e algumas manchas com a forrageira amarelecida, no entanto tais pontos foram evitados na amostragem.

A área não recebeu adubação química ou orgânica e não houve revolvimento do solo durante os anos de cultivo.

Cafezal (CF): Segundo o proprietário, a área que está sendo cultivada com café por 10 anos foi, anteriormente, utilizada para pastagem durante 5 anos, somando 15 anos de uso do solo.

O espaçamento do café é 3 x 1,0 m. O solo nunca recebeu preparo com revolvimento e não é recebe adubação química ou orgânica.

O cafezal é irrigado somente para indução do florescimento.

Consórcio (CS – café e coco): A área foi cultivada durante sete anos com café e, posteriormente, se tornou um consórcio com coco nas entrelinhas. O consórcio já existe a 18 anos, somando 25 anos de uso do solo.

O espaçamento do café é de 3 x 3,5 m e o coco é plantado nas entrelinhas do café com 5 metros de distância entre plantas.

A área não recebeu adubação química ou orgânica e não houve revolvimento do solo durante os anos de cultivo.

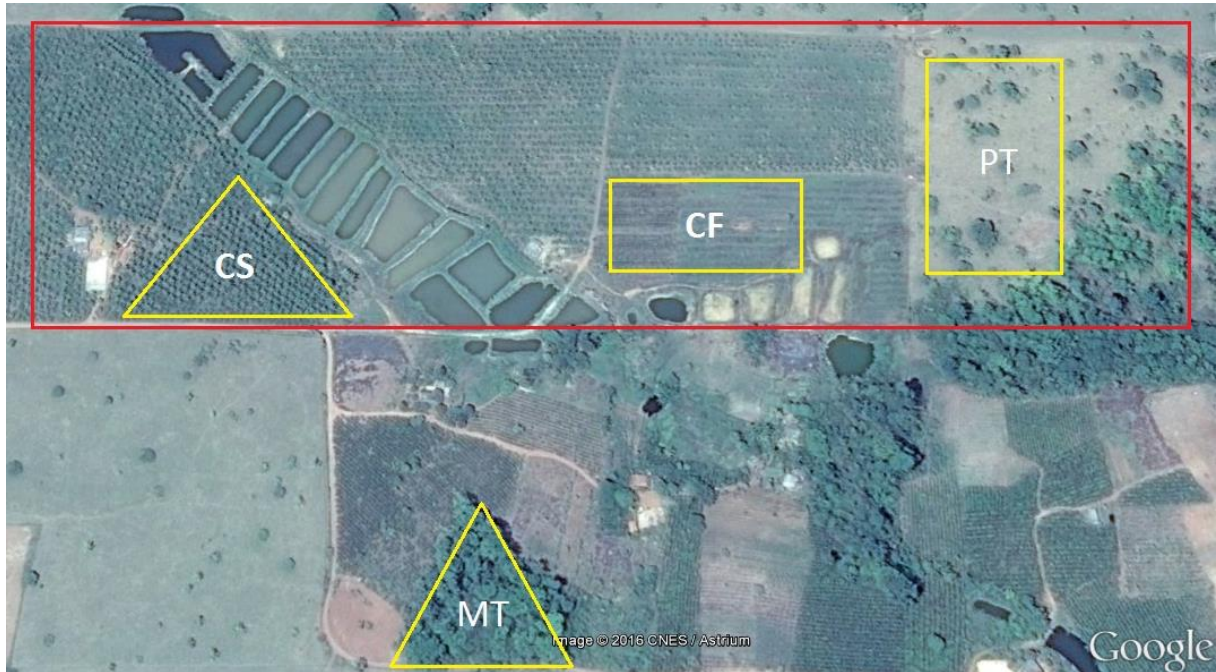


Figura 3 – Usos do solo cultivados com pastagem (PT), cafezal (CF), consórcio de coco e café (CS) e mata (MT) amostrados na propriedade 3 em Espigão D'Oeste - RO. Fonte: RECORTE de área da zona rural do município de Espigão D'Oeste/RO. In: MICROSOFT WINDOWS. **Google Earth**. 2016. (Adaptado pela autora). Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/thanks.html#os=win#usagestats=yes#updater=yes>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

3.1.4 Propriedade 4 – Presidente Médici

Está localizada próximo à BR 364, linha 23, Km 2. Nesta propriedade forma amostradas 3 pastagens com diferentes tempos de uso e manejo, além da vegetação nativa, conforme mostra a figura 4..

Pastagem 1 (PT1): A área foi desflorestada à cerca de 45 anos. Nos 4 anos iniciais foi utilizado para o cultivo de espécies anuais e café com espaçamento de 3 x 3,5 m durante 16 anos. Posteriormente foi implantada a pastagem que já está sendo utilizada por 25 anos. Dos 25 anos de utilização do solo com pastagem, durante 7 anos foi com pastejo rotacionado e os piquetes foram desfeitos há dois anos.

A área só recebeu uma aplicação de calcário e adubação nitrogenada no ano de 2006 e preparo de solo com revolvimento na implantação do sistema de pastejo rotacionado.

A espécie utilizada é do gênero *Brachiaria* e a pastagem não é irrigada.

Pastagem 2 (PT2): A área tem 40 anos de uso e, visualmente, foi classificada como a mais degradada. Foi cultivada com café por 10 anos e nos 10 anos seguintes com culturas anuais como milho e algodão quando realizou-se aração, gradagem e adubação sem recomendação por meio de análise de solo uma vez ao ano. Nos últimos 20 anos tem sido utilizado para pastagem.

A espécie utilizada é do gênero *Brachiaria* e a pastagem não é irrigada.

Pastagem 3 (PT3): O solo está em uso durante 20 anos. Nos primeiros 10 anos foi cultivado com café com espaçamento de 3 x 3,5 m. Posteriormente, foi cultivado, por 7 anos, com milho irrigado, sendo que neste período recebeu calagem uma vez e foi realizado, anualmente, o preparo do solo com aração e gradagem e adubação sem recomendação por meio de resultado de análise de solo. Atualmente (3 anos) na área existe uma pastagem com *Panicum maximum* cv. *Mombaça*.



Figura 4 – Usos do solo com pastagens com diferentes manejos e tempos de uso (PT1, PT2 e PT3) e mata (MT) amostrados na propriedade 4 em Presidente Médici - RO. Fonte: RECORTE de área da zona rural do município de Presidente Médici/RO. In: MICROSOFT WINDOWS. **Google Earth**. 2016. (Adaptado pela autora). Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/thanks.html#os=win#usagestats=yes#updater=yes>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

3.2 Amostragem, análise laboratorial e análise estatística

Em cada propriedade rural foram coletadas amostras em 4 áreas distintas, chamadas de usos do solo: uma sob vegetação nativa e mais 3 áreas com diferentes tempos de uso e manejo.

Os tratamentos de usos dos solos em cada local selecionado foram divididos em quatro partes homogêneas, do ponto de vista visual (quadrantes), para servirem de repetições para as análises estatísticas.

Para as análises químicas de fertilidade do solo (pH em água, H+Al, teores de matéria orgânica, disponibilidade P, K e Ca, Mg e posterior cálculo de CTC e V%) e das frações granulométricas seguiram os procedimentos descritos no Manual de métodos de análises de solos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011) e as amostras foram coletadas em quatro subamostras para formar uma amostra composta por quadrante, retiradas nas camadas de 0-10 e de 10-20 cm de profundidade.

Para as análises de densidade e porosidade (micro, macro e total) as amostras foram retiradas em anéis volumétricos com um volume aproximado de 100 cm³ conforme metodologia descrita em Embrapa (1997), sendo retiradas nas camadas de 2,5-7,5 e de 12,5-17,5 cm de profundidade, ou seja, no meio das camadas de 0-10 e de 10-20 cm de profundidade.

Para as amostras de análise de estabilidade de agregados, foi retirado quatro subamostras para formar uma amostra composta por quadrante, sendo que as amostras foram retiradas e tratadas conforme descrito em Embrapa (1997) feitas nas camadas de 0-10 e de 10-20 cm de profundidade.

As amostras foram submetidas à análises químicas e físicas segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Após análise laboratorial, os resultados foram submetidos à análise estatística separados para cada local amostrado. Foi realizada análise de variância com teste de Tukey a 5% de probabilidade para avaliar os efeitos dos usos do solo em cada local e profundidade comparando com solo de vegetação nativa. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) e esquema fatorial 4 x 2, sendo 4 usos e 2 profundidades. O programa utilizado foi o ASSISTAT Versão 7.6 beta (2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos físicos

4.1.1 Densidade do solo

Os solos de mata apresentaram menores médias de densidade para todos os locais de amostragem quando comparados aos demais tipos de uso do solo, com exceção a propriedade 3 - Espigão D'Oeste que não apresentou diferença entre os usos do solo, no entanto na propriedade 1 BN não diferiu do solo de mata. As densidades mínimas encontradas foram de $1,37 \text{ g.cm}^{-3}$ na profundidade de 0-10 cm na propriedade 4 - Presidente Médici e $1,57 \text{ g.cm}^{-3}$ na profundidade de 10-20 cm na propriedade 1- Cacoal (Tabela 1). Segundo Reinert et al. (2008) a densidade crítica do solo varia em função de sua classe textural, sendo que solos com classes texturais com maior presença da fração areia apresentam maiores densidades do que solos argilosos.

Os locais de amostragem propriedade 1- Cacoal e propriedade 3 - Espigão D'Oeste não apresentaram interação significativa entre os fatores usos do solo e profundidade de amostragem e na propriedade 3 - Espigão D'Oeste também não houve diferença nas médias do fator usos do solo, porém as médias isoladas das profundidades de amostragem diferiram nos dois locais de amostragem assim como as médias dos usos do solo na propriedade 1 – Cacoal.

A propriedade 1 – Cacoal e a propriedade 3 – Espigão D'Oeste apresentaram maiores médias de densidade do solo na camada de 10-20 cm. É comum encontrar maior densidade quanto maior for a profundidade do solo. Este efeito pode ter sido influenciado pelo menor acúmulo de matéria orgânica, conforme mostra a tabela 6. Resultados semelhantes foram encontrados por Magalhães et al. (2013), que verificaram um aumento da densidade do solo em profundidade em todos os sistemas de uso do solo analisados.

Na propriedade 1 – Cacoal, a maior média de densidade do solo foi encontrado na pastagem (PT) seguido do cafezal (CF). O cafezal está localizado em uma área de solo arenoso, conforme mostra a tabela 2, que contribuiu para o aumento da densidade do solo e possui a menor média de matéria orgânica entre os solos cultivados no mesmo local de amostragem (Tabela 6). A pastagem, no entanto, apresentou maior teor de MO quando comparado a CF (Tabela 6), porém é o tratamento que apresentou maior média da fração areia, 763 g.kg^{-1} (Tabela 2) e menor porosidade total que pode ter contribuído para a maior

densidade. Segundo Ferreira (2010), a textura do solo influencia na densidade do solo, sendo que, solos mais arenosos apresentam valores mais elevados de densidade.

Solos mais ricos em matéria orgânica apresentam menores valores de densidade do solo, pois ela é fundamental na estruturação do solo, especialmente em camadas superficiais, e eleva a porosidade entre os agregados (FERREIRA, 2010). Magalhães et al. (2013) encontraram menor densidade do solo em área cultivada com pastagem quando comparado com solo de mata e também atribuíram o resultado à presença de matéria orgânica encontrada naquele sistema de cultivo.

Na propriedade 2 – Cacoal, a densidade do solo na camada de 0-10 cm foi menor no solo de mata, seguido pelo solo de pastagens e este pelos solos cultivados com café (CF1 e CF2) que não diferiram entre si. De maneira semelhante, na camada de 10-20 cm, o solo de mata foi o de menor densidade e os solos cultivados com café foram os de maior densidade, no entanto, para esta profundidade de solo, não houve diferença entre os solos de mata e de pastagem.

Nas áreas cultivadas com café o solo é arenoso com mais de 60% de areia (Tabela 2) que pode ter levado ao aumento natural da densidade do solo, porém o solo de mata também apresentou a característica arenosa, no entanto, menor densidade, isso deve se explicar pelo sistema de cultura utilizado que proporciona pouca cobertura vegetal em CF1 e CF2 refletindo em menor acúmulo de resíduo vegetal e, desta forma, favorece a exposição do solo e pouca presença de MO, conforme tabela 6, levando ao aumento da densidade.

Nesta mesma propriedade, não houve diferença de densidade entre as camadas de 0-10 e 10-20 cm nas áreas cultivadas com café, mas houver maior densidade nas camadas de 10-20 cm nas áreas de mata e pastagem.

Na propriedade 4- Presidente Médici a menor densidade do solo na profundidade de 0-10 cm foi encontrado em MT e PT1 com 1,23 e 1,28 g.cm⁻³ respectivamente (Tabela 1) e na profundidade de 10-20 cm a menor densidade foi no solo de mata com 1,27 g.cm⁻³. É comum no solo de mata encontrar menor densidade, conforme explicado anteriormente, devido seu estado de conservação e maior organização das partículas de solo.

O PT1 não diferiu do solo de mata na profundidade de 0-10 cm apresentando densidade próxima a este. Esta característica pode ser explicada pelo tipo de manejo da pastagem. Ela foi conduzida de forma rotacionada por 7 anos e os piquetes foram desfeitos há 2 anos. Este tipo de manejo proporciona ao solo menor compactação devido à menor pressão pelo pisoteio animal já que os animais não pastejam na mesma área todos os dias. Lanzasova et al. (2007), verificaram uma redução na porosidade do solo de pastagem quando houve uma redução no

intervalo de pastejo. O mesmo resultado foi encontrado por Miguel et al. (2009) que concluíram que a taxa de infiltração de água no solo reduz quanto maior for o pisoteio animal devido ao aumento da densidade redução da porosidade, especialmente a macroporosidade. Além disso, há um rápido crescimento da forrageira utilizada e, conseqüentemente, maior desenvolvimento das raízes que se renovam proporcionando um aumento na quantidade de MO, conforme mostra a tabela 6.

Na profundidade de 10-20 cm na propriedade 4 - Presidente Médici foi encontrado maiores densidades em PT1, PT2 e PT3, conforme mostra a tabela 1. É comum encontrar maior densidade em maiores profundidade devido à maior compactação e menor porosidade do solo como visto anteriormente. No entanto, o solo de mata tem densidade menor nesta mesma profundidade, pois os solos cultivados com pastagem já foram mecanizados antes da implantação da pastagem enquanto o solo de mata permanece estável. Segundo Carvalho et al. (2009), os preparos de solo com máquinas tem a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas, no entanto, se as condições ideais não forem respeitadas essas operações podem modificar a estrutura do solo e causar compactação, especialmente nas camadas subsuperficiais (pé-de-arado e pé-de-grade) aumentando a densidade do solo, causando menor infiltração de água e menor desenvolvimento radicular das culturas que perdem parte de sua capacidade produtiva.

4.1.2 Porosidade

Houve interação significativa entre o fator uso de solo e o fator profundidade apenas para porosidade total no local de amostragem na propriedade 3 - Espigão D'Oeste, no entanto houve diferença entre as médias dos usos do solo em todos os locais de amostragem, tanto para porosidade total como para macro e microporosidade. Além disso, houve diferença entre as profundidades para macroporosidade em propriedade 1 - Cacoal e para microporosidade na propriedade 3 - Espigão D'Oeste.

CF e BN na propriedade 1 – Cacoal e MT nas propriedades 2, 3 e 4 apresentaram maiores médias de porosidade total devido à menores médias de densidade que pode ter auxiliado na formação dos poros.

Tabela 1 - Densidade, porosidade total, macro e microporosidades em diferentes usos do solo e locais de amostragem no estado de Rondônia.

Usos do solo*	Densidade do solo			Porosidade total			Macroporosidade			Microporosidade		
	Profundidade (cm)											
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
	-----g.cm ⁻³ -----			-----cm ³ .cm ⁻³ -----								
	-----Propriedade 1 – Cacoal-----											
BN	1,49	1,48	1,49bc	0,45	0,44	0,44 a	0,21	0,19	0,20 a	0,24	0,25	0,24ab
PT	1,56	1,71	1,63a	0,40	0,37	0,39 b	0,17	0,17	0,17 b	0,22	0,21	0,21b
CF	1,56	1,62	1,59ab	0,39	0,37	0,38 b	0,22	0,19	0,21 a	0,16	0,17	0,17c
MT	1,32	1,47	1,40c	0,47	0,45	0,46 a	0,20	0,19	0,19ab	0,27	0,26	0,26a
Média	1,48 B	1,57 A	-	0,43 A	0,41 A	-	0,20 A	0,19 B	-	0,22 A	0,22 A	-
CV%	-	-	5,51	-	-	6,68	-	-	9,56	-	-	12,85
	-----Propriedade 2 – Cacoal-----											
CF 1	1,62aA	1,63aA	1,62a	0,45	0,45	0,45b	0,21	0,23	0,22b	0,24	0,21	0,23b
CF 2	1,61aA	1,56abA	1,59a	0,43	0,41	0,42c	0,28	0,26	0,27a	0,15	0,15	0,15c
PT	1,40bB	1,53bA	1,46b	0,47	0,46	0,47b	0,22	0,22	0,22b	0,25	0,25	0,25a
MT	1,30cB	1,50bA	1,40c	0,50	0,50	0,50a	0,27	0,27	0,27a	0,22	0,22	0,22b
Média	1,48 B	1,55 A	-	0,46 A	0,45 A	-	0,25 A	0,25 A	-	0,22 A	0,21 A	-
CV%	-	-	3,07	-	-	3,23	-	-	7,35	-	-	7,24
	-----Propriedade 3 – Espigão D'Oeste-----											
PT	1,42	1,51	1,47a	0,36bcA	0,35bcA	0,35c	0,13	0,14	0,13 b	0,23	0,21	0,22 a
CF	1,45	1,54	1,49a	0,32cA	0,31cA	0,31d	0,12	0,14	0,13 b	0,19	0,17	0,18 b
CS	1,41	1,53	1,47a	0,39abA	0,39abA	0,39b	0,15	0,14	0,14 b	0,24	0,25	0,24 a
MT	1,41	1,60	1,50a	0,43aA	0,42aA	0,42a	0,18	0,22	0,20 a	0,24	0,20	0,22 a
Média	1,42 B	1,55 A	-	0,38 A	0,36 A	-	0,16 A	0,16 A	-	0,23 A	0,21 B	-
CV%	-	-	8,75	-	-	6,32	-	-	16,06	-	-	11,50
	-----Propriedade 4 – Presidente Médici-----											
PT1	1,28bB	1,47aA	1,38a	0,50	0,41	0,45 c	0,23bcA	0,16 bB	0,19 c	0,26aA	0,25 bA	0,26 b
PT2	1,45aA	1,48aA	1,47a	0,56	0,50	0,53 b	0,24bA	0,22 aA	0,23 b	0,31aA	0,28 bA	0,29 a
PT3	1,51aA	1,43aA	1,47a	0,45	0,40	0,42 c	0,19cA	0,17abA	0,18 c	0,25aA	0,22 bA	0,24 b
MT	1,23bA	1,27bA	1,25b	0,60	0,57	0,58 a	0,34aA	0,22 aB	0,28 a	0,25aB	0,34 aA	0,30 a
Média	1,37 B	1,41 A	-	0,52 A	0,47 B	-	0,25 A	0,19 B	-	0,27 A	0,27 A	-
CV%	-	-	5,25	-	-	4,98	-	-	11,17	-	-	12,09

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro do mesmo local de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Banana (BN); cafezal (CF, CF1 e CF2); pasto (PT, PT1, PT2 e PT3); consórcio (CS); mata (MT).

O tratamento CF, BN e MT na propriedade -1 e o tratamento CF2 e MT na propriedade 2 – Cacoal apresentaram maior macroporosidade quando comparado aos demais tratamentos. CF na propriedade 1 e CF2 e MT na propriedade 2 têm grandes quantidades da fração areia, 743, 647 e 622 g.kg⁻¹, respectivamente, como mostra a tabela 2. Essa característica do solo pode explicar a grande quantidade de macroporos, pois solos com predominância de areia tendem a apresentar elevada macroporosidade e consequentemente menor capacidade de retenção de umidade do solo (OLIVEIRA, 2008). O mesmo também relata Silva (2012), quando afirma que os horizontes arenosos geralmente apresentam porosidade textural grosseira enquanto os horizontes mais argilosos apresentam maior microporosidade.

No solo de mata na propriedade 4 - Presidente Médici há menor média de densidade do solo dentre todos os usos de solo analisados, 1,25 g.kg⁻¹ (Tabela 1) e maior média de MOS (Tabela 6) que explica a maior média de macroporos e porosidade total neste tratamento, uma vez que o solo de mata, por não ter revolvimento, pode ser melhor estruturado assim como o solo de mata na propriedade 3 - Espigão D'Oeste que mesmo apresentado maior densidade há maior quantidade de macroporos devido à conservação do solo e permanência de galerias formadas pelas raízes das plantas e atividade biológica. Luciano et al. (2010) encontraram melhor agregação do solo em solo de mata, e atribuíram o resultado à influência da atividade biológica. Além disso, os autores perceberam uma redução nos valores de diâmetro dos agregados em profundidades maiores devido à redução nos valores de carbono orgânico total, o que evidencia a importância da matéria orgânica na estruturação do solo e, consequentemente, maior porosidade.

De maneira geral, a porosidade total do solo ficou dentro da faixa esperada para todos os locais de amostragem, pois Ferreira (2010) diz que a porosidade total em solos com boas condições de uso e manejo está entre 0,30 e 0,70 m⁻³.m⁻³, podendo variar com a textura e o manejo do solo adotado.

4.1.3 Textura

A quantificação das frações de areia, silte e argila (Tabela 2) permitem a classificação textural do solo para os locais amostrados, sendo: propriedade 1- Cacoal – Franco arenosa e propriedade 2- Cacoal, propriedade 3- Espigão D'Oeste e propriedade 4- Presidente Médici o solo foi classificado como Franco-Argilo-Arenoso. O conhecimento da textura do solo proporciona maior compreensão do comportamento de elementos químicos no solo e das características físicas apresentadas.

Tabela 2 - Granulometria em solos com diferentes usos do solo, em quatro propriedades rurais no estado de Rondônia.

Usos do solo*	Areia			Argila			Silte		
				Profundidade (cm)					
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
----- g.kg ⁻¹ -----									
-----Propriedade 1 – Cacoal-----									
BN	639 cA	626 cB	633 c	226 aA	212 cB	219 a	134 cB	162 bA	148 b
PT	759 aB	766 bA	763 a	160 bB	219 bA	189 c	81 dA	15 dB	48 d
CF	697 bB	789 aA	743 b	136 cB	167 dA	151 d	167 bA	44 cB	106 c
MT	564 dA	514 dB	539 d	164 bB	255 aA	210 b	272 aA	231 aB	251 a
Média	665 B	674 A	-	172 B	213 A	-	163 A	113 B	-
CV%	-	-	0,56	-	-	1,29	-	-	1,37
-----Propriedade 2 – Cacoal-----									
CF 1	639 bA	605 cB	622 b	293 bB	335 aA	314 a	68 dA	60 dB	64 d
CF 2	664 aA	630 aB	647 a	194 cB	282 cA	238 b	142 cA	88 cB	115 c
PT	407 dB	421 dA	414 c	301 aB	327 bA	314 a	292 aA	252 aB	272 a
MT	625 cA	620 bA	622 b	191 cB	232 dA	212 c	184 bA	148 bB	166 b
Média	584 A	569 B	-	245 B	294 A	-	171 A	137 B	-
CV%	-	-	0,61	-	-	0,96	-	-	1,21
-----Propriedade 3 – Espigão D'Oeste-----									
PT	625 aA	555 bB	589 a	134 bB	225 bA	181 b	241 bA	220 aA	230 b
CF	630 aA	545 bB	587 a	151 aB	203 cA	177 b	219 bB	255 aA	236 b
CS	560 bA	582 aA	571 ab	131 bB	287 aA	209 a	309 aA	130 bB	220 b
MT	541 bB	568abA	554 b	150 aB	209 cA	180 b	309 aA	223 aB	266 a
Média	589 A	563 B	-	142 B	231 A	-	269 A	206 B	-
CV%	-	-	2,93	-	-	1,68	-	-	7,46
-----Propriedade 4 – Presidente Médici-----									
PT1	702 aA	509 bB	605 a	148 dB	300 cA	224 c	150 cB	191 cA	171 b
PT2	539 cA	444 cB	491 c	424 aA	305 cB	365 a	37 dB	251 aA	144 c
PT3	620 bA	578 aB	599 b	169 cB	399 bA	284 b	211 bA	23 dB	117 d
MT	412 dA	340 dB	376 d	289 bB	439 aA	364 a	299 aA	221 bB	260 a
Média	568 A	468 B	-	258 B	361 A	-	174 A	171 A	-
CV%	-	-	0,56	-	-	0,96	-	-	2,71

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro do mesmo local de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Banana (BN); cafezal (CF, CF1 e CF2); pasto (PT, PT1, PT2 e PT3); consórcio (CS); mata (MT).

4.1.4 Estabilidade de agregados

Os resultados de estabilidade de agregados não apresentaram interação significativa entre os três fatores analisados (usos, profundidade e tamanho de agregados), bem como para as médias isoladas das profundidades em nenhum dos locais de amostragem, porém houve diferença significativa na interação entre os usos de solo e tamanhos de agregados (peneiras) e devido a isto na tabela apresentada não há distinção entre as profundidades.

Em todos os tipos de usos do solo analisados houve maior presença de agregados estáveis maiores que 2 mm, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Agregados em água, em diferentes usos do solo, em quatro propriedades rurais no estado de Rondônia.

Usos do solo*	Agregados			
	-----Peneiras – mm-----			
	2	1	0,5	0,25
	-----%-----			
	----- Propriedade 1- Cacoal -----			
BN	87,81 aA	5,28 abB	2,57 aB	1,60 aB
PT	87,97 aA	4,87 bB	1,43 aB	1,06 aB
CF	70,42 bA	9,78 aB	4,07 aC	3,90 aC
MT	84,85 aA	7,37 abB	3,51 aBC	1,89 aC
	----- Propriedade 2 - Cacoal -----			
CF1	65,02 bA	10,90 aB	9,36 aB	5,31 aB
CF2	54,52 bcA	10,92 aB	10,12 aB	8,37 aB
PT	90,19 aA	3,42 aB	1,42 aB	0,98 aB
MT	49,36 cA	10,88 aB	9,49 aB	8,66 aB
	----- Propriedade 3 Espigão - D'Oeste -----			
PT	83,20 aA	5,65 aB	2,51 bB	1,71 aB
CF	77,35 aA	9,59 aB	3,99 abBC	2,51 aC
CS	58,92 bA	10,03 aB	8,88 aB	7,36 aB
MT	80,07 aA	6,90 aB	3,60 abB	2,70 aB
	----- Propriedade 4 – Presidente Médici -----			
PT1	94,33 abA	2,88 aB	0,65 aC	0,38 aC
PT2	94,79 aA	3,30 aB	0,38 aC	0,28 aC
PT3	92,48 bcA	3,13 aB	0,74 aC	0,48 aC
MT	91,32 cA	3,24 aB	0,25 aC	0,13 aC

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro do mesmo local de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Banana (BN); cafezal (CF, CF1 e CF2); pasto (PT, PT1, PT2 e PT3); consórcio (CS); mata (MT).

A quantidade de agregados maiores que 2 mm foi maior em PT na propriedade 2 – Cacoal e em PT1 e PT2 na propriedade 4 - Presidente Médici quando comparado aos solos de mata.

Fidalski et al. (2008), verificaram que o pastejo não comprometeu a qualidade física do solo em sistema de lotação contínua quando estudaram a qualidade física do solo sob pastagem, no entanto, reforça a importância do controle da taxa de lotação animal e da boa disponibilidade de forragem para a manutenção da qualidade do solo.

Perusi e Carvalho (2007), encontraram maior estabilidade dos agregados em solos sob pastagem quando comparados com solo cultivado com cultura anual, e atribuíram o resultado ao sistema radicular das gramíneas que induziram a agregação e deram maior estabilidade à estrutura do solo. Vezzani e Mielniczuk (2011), concluíram que o sistema radicular denso das gramíneas promoveu um aumento da proporção de macroagregados do solo, embora o estoque de C tenha sido menor e, desta forma, evidenciaram a ação eficiente do sistema radicular na recuperação da agregação de solos degradados.

Embora os autores citados acima tenham afirmado a eficiência do sistema radicular na formação dos agregados, os resultados de maior estabilidade de agregados na pastagem da propriedade 1 em Cacoal e em PT2 na propriedade 4 em Presidente Médici podem ser melhor atribuídos à compactação do solo pelo pisoteio animal. Segundo Silva et al. (2010), em solos compactados há um maior contato das partículas do solo devido à pressão e maior densidade e, conseqüentemente, ocorre a agregação. No entanto, esta não é uma característica desejável para o bom desenvolvimento das plantas. Já para PT1 na propriedade 4 em Presidente Médici, este atributo do solo pode ter sido melhorado pelo manejo da pastagem que foi conduzida de forma rotacionada durante 7 anos.

A área cultivada com banana (BN) na propriedade 1 – Cacoal, também apresentou grande quantidade de agregados maiores que 2 mm (87,81%), semelhante à pastagem (87,97%), conforme mostra a tabela 3. Este resultado justifica-se pelo grande acúmulo de matéria orgânica proporcionado pela deposição da planta ao solo quando é realizada a colheita dos frutos.

Na propriedade 1- Cacoal, a quantidade de agregados com diâmetro maior que 2 mm apresentou-se menor com 70,42% em CF (Tabela 3) quando comparado com os demais usos de solo. Este resultado pode ser devido a pouca cobertura vegetal do solo com redução do acúmulo de matéria orgânica (Tabela 6) além de ter apresentado menor média da fração argila (151 g.kg^{-1}).

Segundo Silva (2012), alguns componentes do solo exercem um papel importante na formação dos agregados, dentre eles, a presença de matéria orgânica, a atividade biológica e a presença de argila. O mesmo autor afirma que a ausência destes elementos agregadores pode tornar o solo mais susceptível à erosão, sendo que as partículas de areia e silte se destacam facilmente dos agregados e aumentam os riscos para o início de um processo erosivo do solo.

A área cultivada com pastagem (PT) na propriedade 2- Cacoal apresentou uma quantidade de agregados estáveis maior que 2mm, acima dos demais usos de solo. Este tratamento apresentou maior presença de argila, apesar de ter apresentado a mesma média de CF1 (Tabela 2) e maior quantidade de matéria orgânica, semelhante ao solo de mata (Tabela 6) o que pode ter influenciado no resultado além de ser uma pastagem com mais de 30 anos de uso e possivelmente a compactação, ocasionada pelo pisoteio animal, proporcionou maior agregação das partículas de solo.

Tão importante quanto à textura do solo, a densidade, a porosidade e a estrutura é a presença de matéria orgânica, porém apesar dos demais fatores interferirem na ruptura dos agregados, a maioria dos estudos sobre erosão do solo indicam que a medida que os teores de

matéria orgânica do solo diminui, maior é a instabilidade dos agregados (GERRA, 2012), pois a formação e a estabilização dos agregados está diretamente ligado com decomposição ou acúmulo da matéria orgânica (BENITES et al., 2005).

Benites et al. (2005), afirma ainda que, no solo, são encontradas várias substâncias produzidas pelas raízes das plantas ou compostos presentes no interior das folhas, além de substâncias produzidas por microrganismos que se alimentam da matéria orgânica. Tais substâncias, que são compostos orgânicos, apresentam um papel muito importante na estruturação do solo, pois agem como agentes cimentantes, ligando as partículas do solo e formando os agregados do solo.

Dentre as áreas cultivadas, foi encontrado menor quantidade de agregados maiores que 2 mm em CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste. A área utilizada para consórcio na propriedade 3 - Espigão D'Oeste já está sendo utilizada há 25 anos com culturas que não proporcionam grandes acúmulos de MO no solo como café e coco, conforme mostra o resultado de média de matéria orgânica para o mesmo tratamento (Tabela 6).

PT3 na propriedade 4 - Presidente Médici não diferiu do solo de mata mas apresentou menor quantidade de agregados maiores que 2mm quando comparado aos demais solos sob pastagem. Este resultado pode ser justificado por ser uma pastagem que foi implantada há apenas 2 anos e anteriormente, por 7 anos, a área foi utilizada para o cultivo de milho irrigado com operações de arações e gradagens para os preparos do solo antes dos plantios o que contribuiu para a redução da porosidade total do solo (Tabela 1) e menor teor de matéria orgânica (Tabela 6) , pois no preparo convencional, as operações com implemento para o revolvimento do solo quebram os agregados e liberam a matéria orgânica que estava protegida química e fisicamente e a torna mais disponível ao ataque microbiano e, consequentemente, o solo perde qualidade se tornando mais frágil (BENITES et al., 2005). A redução na quantidade de agregados estáveis causa ao solo diminuição das condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal e o predispõe o solo à ocorrência da erosão hídrica (COUTINHO et al., 2010).

4.2 Atributos químicos

4.2.1 pH, H+Al e Fósforo

O pH do solo não apresentou efeito na interação entre os fatores usos do solo e profundidade. Portugal et al. (2008), estudando os atributos físicos e químicos de um solo sob

diferentes usos também verificaram que os valores de pH não variaram muito para as áreas de mata, seringueira, laranja e pastagem, ficando entre 4,4 e 4,6.

As médias dos dois fatores não diferiram na propriedade 2 – Cacoal e na propriedade 3 - Espigão D'Oeste, bem como as médias das profundidades na propriedade 1 – Cacoal. Dentre as médias das profundidades de amostragem, apenas na propriedade 4 - Presidente Médici apresentou diferença com menor pH na profundidade de 10-20 cm.

Tabela 4 - pH, H+Al e Fósforo (P) em diferentes usos do solo, em quatro propriedades rurais no estado de Rondônia.

Usos do solo*	pH			H + Al			P		
	-----Profundidade (cm)-----								
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
	-----1:1-----			-----cmolc.dm ⁻³ -----			-----mg.dm ⁻³ -----		
-----Propriedade 1 – Cacoal-----									
BN	5,55	5,70	5,62 a	3,72 aA	3,12 aB	3,42 a	3,60	3,45	3,52ab
PT	5,15	5,22	5,18 b	4,02 aA	2,70abB	3,36 a	3,32	3,05	3,18 b
CF	5,70	5,77	5,73 a	2,97 bA	2,35 bB	2,66 b	4,40	3,72	4,06 a
MT	5,60	5,42	5,51 a	3,40abA	3,42 aA	3,41a	3,87	4,15	4,01 a
Média	5,50 A	5,53 A	-	3,53 A	2,90 B	-	3,80 A	3,59 A	-
CV%	-	-	3,48	-	-	11,92	-	-	9,56
-----Propriedade 2 – Cacoal-----									
CF 1	5,27	5,45	5,36 a	4,52abB	4,87 aA	4,70 a	3,77cA	4,07bA	3,92 b
CF 2	5,47	5,75	5,61 a	3,45 cA	2,42 cB	2,93 c	4,55abB	5,10aA	4,82 a
PT	6,07	5,80	5,93 a	4,97 aA	4,57 aB	4,77 a	4,05bcA	3,85bA	3,95 b
MT	5,72	5,22	5,47 a	4,07 bA	3,92bA	4,00 b	4,97aA	3,60bB	4,28 b
Média	5,63 A	5,55 A	-	4,25 A	3,95 B	-	4,33 A	4,15 A	-
CV%	-	-	11,57	-	-	5,72	-	-	6,58
-----Propriedade 3 – Espigão D'Oeste-----									
PT	6,22	5,67	5,95 a	4,45	4,45	4,45 a	4,87	4,10	4,48 a
CF	6,17	6,10	6,13 a	4,67	4,42	4,55 a	5,15	4,92	5,03 a
CS	6,37	6,40	6,38 a	3,15	2,12	2,63 b	5,15	5,60	5,37 a
MT	5,50	5,67	5,58 a	4,00	3,30	3,65 ab	4,50	4,42	4,46 a
Média	6,06 A	5,96 A	-	4,06 A	3,57 A	-	4,91 A	4,76 A	-
CV%	-	-	10,01	-	-	22,07	-	-	20,92
-----Propriedade 4 – Presidente Médici-----									
PT1	6,30	5,82	6,06 a	3,12 bA	1,62 bB	2,37 c	5,00	4,72	4,86 b
PT2	5,62	5,30	5,46 b	4,02 aA	2,62 aB	3,32 a	4,35	4,10	4,22 c
PT3	6,20	5,85	6,02 a	2,87 bA	2,50 aB	2,68 b	5,65	5,15	5,40 a
MT	5,47	5,35	5,41 b	4,17 aA	2,72 aB	3,45 a	4,50	4,22	4,36 c
Média	5,9 A	5,58 B	-	3,55 A	2,36 B	-	4,87 A	4,55 B	-
CV%	-	-	5,08	-	-	6,66	-	-	4,99

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro do mesmo local de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Banana (BN); cafezal (CF, CF1 e CF2); pasto (PT, PT1, PT2 e PT3); consórcio (CS); mata (MT).

Na propriedade 1 - Cacoal, foi encontrado menor pH em PT e as demais médias não diferiram e do solo de mata. A maior acidez nesta área cultivada com pastagem pode ser justificada pelo longo tempo de uso do solo, pela atividade de exploração pecuária existente,

pelo processo de lixiviação ou erosão do solo por meio da água da chuva que, juntos, contribuem com a acidificação do solo devido à remoção das bases (Sousa et al., 2007). Para o mesmo uso do solo pode ser observado menor teor de Mg (Tabela 5) e V% (Tabela 6), apesar de não terem diferido de BN. Nesta área de pastagem nunca foi realizado a calagem para correção do solo ou qualquer tipo de adubação que atrelado ao tempo de uso pode ter contribuído com menor pH.

Na propriedade 4 - Presidente Médici, foram encontrados maiores médias de pH em PT1 e PT3. PT1 é uma pastagem que recentemente foi utilizada com pastejo rotacionado e em PT3, antes da implantação da pastagem, há 3 anos, foi utilizada para o cultivo de milho irrigado. As duas áreas receberam adubação e, pelo menos, uma calagem nos últimos dez anos o que pode ter influenciado no resultado de menor acidez.

Santos et al. (2009), estudando os atributos químicos de diferentes sistemas de integração lavoura pecuária verificaram que não ocorreu diferença significativa nos valores de pH, Al, Ca e Mg, evidenciando a uniformidade de incorporação e o efeito residual do calcário no decorrer do tempo.

De maneira geral, os solos analisados são levemente ácidos e a faixa de pH está dentro dos limites recomendados para o cultivo da maioria das espécies de interesse agrícola e pecuário. Segundo Sousa et al. (2007), o pH desejável para uma boa absorção de nutrientes, crescimento e desenvolvimento das plantas é entre 5,5 e 6,3.

O atributo de H+Al (acidez potencial) foi menor em CF e MT na profundidade de 0-10 cm e em CF e PT na profundidade de 10-20 na propriedade 1 – Cacoal. Na propriedade 2 – Cacoal menor presença de H+Al foi encontrado em CF2 nas duas profundidades analisadas e na propriedade 4 - Presidente Médici menores presença foi encontrado em PT3 e PT1 na profundidade de 0-10 cm e em PT1 na profundidade de 10-20 cm.

Quando analisadas as médias isoladas dos usos do solo, observa-se menor presença de H+Al em CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste.

Na propriedade 2 – Cacoal maiores teores de P foram encontrados em CF2 na profundidade de 10-20 cm. Este resultado não era esperado, devido ser comum encontrar maior acúmulo de fósforo em profundidades menores.

Quando analisadas as médias isoladas do fator profundidade do solo observa-se maior teor na profundidade de 0-10 cm na propriedade 4 - Presidente Médici, sendo que nos demais locais de amostragem não houve diferença entre as profundidades. Resultado semelhante também foi encontrado por Santos et al. (2009), que concluíram que o P decresce com aumento da profundidade do solo. Maior concentração de P também foi encontrada por

Cavalcante et al. (2007), na profundidade de 0-10 cm em sistema de manejo sem revolvimento. Os autores atribuíram o resultado à maior presença de MO nesta profundidade e à baixa mobilidade do nutriente no solo.

Normalmente são encontrados maiores resultados de P nos primeiros centímetros do perfil do solo devido ao maior acúmulo de resíduos orgânicos (NOVAIS et al., 2007), maior tempo de mineralização dos resíduos pela ausência de revolvimento do solo (MELO; ALLEONI, 2009), e baixa mobilidade do nutriente no solo pela elevada capacidade de ser convertido em forma menos solúvel (LOPES, 2001), permanecendo, desta forma, maior concentração nesta profundidade. A predominância de P na superfície do solo também é favorecida pela maior presença de matéria orgânica e atividade biológica, pois com a mineralização dos resíduos orgânicos o P é liberado da biomassa e há um aumento de sua concentração na solução, embora, temporariamente possa ficar imobilizado pela incorporação à biomassa microbiana (NOVAIS et al., 2007).

Na propriedade 1 – Cacoal CF, MT e BN apresentaram as maiores médias de fósforo. Os solos sob MT e BN podem ter sido favorecidos pela deposição de resíduos vegetais que, após a decomposição e mineralização, aumentam os teores de fósforo. No entanto, em CF a quantidade de matéria orgânica foi menor (Tabela 6), mas esta área recebe adubação uma vez ao ano que pode ter contribuído para a maior presença do nutriente no solo.

Na propriedade 2 em Cacoal, os menores teores de fósforo foram encontrados em CF1 e PT na profundidade de 0-10 cm e em CF2 na profundidade de 10-20 cm. Entre as áreas utilizadas para o uso agropecuário nesta propriedade, CF2 e PT são utilizadas há mais tempo, o que pode ter influenciado no resultado.

Na propriedade 4 em Presidente Médici, as maiores médias de fósforo foram encontradas em PT3 seguido de PT1. PT1 foi utilizada para pastejo rotacionado e apresenta boa quantidade de matéria orgânica, $32,3 \text{ g.dm}^{-3}$ (Tabela 6) o que pode ter contribuído para o resultado. PT3, apesar de possuir menor quantidade de matéria orgânica ($24,5 \text{ g.dm}^{-3}$), é uma área que foi utilizada recentemente para o cultivo de milho irrigado e recebeu adubação anualmente.

4.2.2 Ca, Mg, K, CTC e Saturação por bases (V%)

Para o cálcio houve efeito significativo para interação entre os fatores profundidade e usos do solo nos locais de amostragem propriedade 2 – Cacoal, propriedade 3 - Espigão D'Oeste e na propriedade 4 - Presidente Médici. Na propriedade 2 – Cacoal, entre os

resultados do teor de cálcio para a profundidade de 0-10 (Tabela 5) o menor valor foi encontrado em CF1 e na profundidade de 10-20 cm o menor teor foi encontrado em MT que não diferiu de CF1 nesta profundidade, refletindo em maiores médias de cálcio para CF2 e PT.

Na propriedade 3 - Espigão D'Oeste não há diferença entre os usos do solo na profundidade de 0-10 cm e na profundidade de 10-20 cm apenas PT apresentou menor teor de cálcio.

Na propriedade 4 – Presidente Médici, maiores teores de cálcio foram encontrados em PT3 (4,20 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e PT1 (3,90 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) na profundidade de 0-10 cm (Tabela 5), seguindo o mesmo comportamento na profundidade de 10-20 cm.

O teor de magnésio (Tabela 5) apresentou interação significativa entre os fatores apenas na propriedade 2 – Cacoal, sendo que na profundidade de 0-10 cm o maior teor foi encontrado em PT que não diferiu de CF2 e MT e na profundidade de 10-20 cm o maior teor foi encontrado em PT (0,80 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) seguido de CF2 (0,72 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$).

Maiores médias de Mg entre os usos do solo foram encontradas em CF na propriedade 1 – Cacoal, em CF seguido de CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste e em PT1 e PT3 na propriedade 4 - Presidente Médici.

Foram encontradas maiores médias de Mg na profundidade de 0-10 cm em todos os locais de amostragem.

O K (Tabela 5) apresentou maior teor na interação entre MT (0,38 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) e a profundidade de 0-10 cm e entre PT (0,27 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) seguido MT (0,23 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$) na profundidade de 10-20 cm na propriedade 1 – Cacoal.

Na propriedade 2 – Cacoal, maiores teores de K foram encontrados em CF1 na profundidade de 0-10 cm e em MT e CF1 na profundidade de 10-20 cm. Maiores teores de K também foram encontrados em PT3 nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm e em MT na profundidade de 0-10 cm na propriedade 4 - Presidente Médici.

Para os usos do solo, as maiores médias de potássio foram encontradas em MT seguido de CF e CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste e entre as profundidades, a maior média foi encontrada na camada de 0-10 cm.

Não houve presença de alumínio trocável nos quatro locais de amostragem. Era esperado a ausência de alumínio trocável devido ao pH encontrado nestes solos, pois, segundo Sousa et al. (2007), quando o pH em água for próximo à 5,5 o alumínio trocável é, praticamente, reduzido à zero.

Tabela 5 - Ca, Mg e K em diferentes usos do solo, em quatro propriedades rurais no estado de Rondônia.

Usos do solo *	Ca			Mg			K		
	Profundidade (cm)								
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
	-----cmolc.dm ⁻³ -----								
	-----Propriedade 1 – Cacoal-----								
BN	2,87	2,60	2,73 a	0,55	0,50	0,52 bc	0,23 bA	0,21 bA	0,22 c
PT	2,35	2,27	2,31 a	0,47	0,45	0,46 c	0,25 bA	0,27 aA	0,26 b
CF	2,75	2,62	2,68 a	0,72	0,62	0,67 a	0,18 cA	0,15 cA	0,16 d
MT	2,62	2,40	2,51 a	0,65	0,50	0,57 b	0,38 aA	0,23abB	0,30 a
Média	2,65 A	2,47 A	-	0,60 A	0,51 B	-	0,26 A	0,21 B	-
CV%	-	-	12,47	-	-	8,75	-	-	8,61
	-----Propriedade 2 – Cacoal-----								
CF 1	2,87 bA	2,62bcA	2,75 b	0,77 bA	0,67bcB	0,72 b	0,50 aA	0,36 aB	0,43 a
CF 2	3,35 aA	2,77 bB	3,06 a	0,80abA	0,72abB	0,76 b	0,30 dA	0,15 cB	0,22 d
PT	3,25 aA	3,17 aA	3,21 a	0,87 aA	0,80 aB	0,83 a	0,40 cA	0,30 bB	0,35 c
MT	3,17abA	2,37 cB	2,77 b	0,82abA	0,60 cB	0,71 b	0,44 bA	0,37 aB	0,40 b
Média	3,16 A	2,73 B	-	0,81 A	0,70 B	-	0,41 A	0,29 B	-
CV%	-	-	6,05	-	-	5,86	-	-	4,74
	-----Propriedade 3 – Espigão D'Oeste-----								
PT	4,07 aA	3,12 bB	3,60 b	1,15	0,90	1,02 b	0,41	0,32	0,37 b
CF	4,00 aA	3,87 aA	3,93 ab	1,20	1,20	1,20 a	0,42	0,38	0,40 ab
CS	4,12 aA	4,07 aA	4,10 a	1,22	1,07	1,15 ab	0,45	0,35	0,40 ab
MT	4,30 aA	3,70 aB	4,00 a	0,87	0,77	0,82 c	0,46	0,42	0,44 a
Média	4,12 A	3,69 B	-	1,11 A	0,98 B	-	0,44 A	0,37 B	-
CV%	-	-	6,60	-	-	11,00	-	-	9,04
	-----Propriedade 4 – Presidente Médici-----								
PT1	3,90 aA	3,37 bB	3,63 b	1,20	1,00	1,10 a	0,35 bA	0,31 bB	0,33 bc
PT2	3,05 bA	2,67 cB	2,86 c	0,92	0,77	0,85 b	0,33 bA	0,32 bA	0,33 c
PT3	4,20 aA	3,82 aB	4,01 a	1,27	1,15	1,21 a	0,44 aA	0,44 aA	0,44 a
MT	2,75 bA	2,75 cA	2,75 c	0,82	0,82	0,82 b	0,44 aA	0,28 bB	0,36 b
Média	3,47 A	3,15 B	-	1,05 A	0,93 B	-	0,39 A	0,34 B	-
CV%	-	-	5,48	-	-	9,77	-	-	6,43

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro do mesmo local de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Banana (BN); cafezal (CF, CF1 e CF2); pasto (PT, PT1, PT2 e PT3); consórcio (CS); mata (MT).

A CTC (Tabela 6) apresentou interação entre os fatores apenas na propriedade 2 – Cacoal e propriedade 4 - Presidente Médici. Na propriedade 2 – Cacoal, maiores valores foram encontrados em PT na profundidade de 0-10 e 10-20 cm, embora não tenha diferido de CF1 na profundidade de 10-20 cm. A CTC também foi superior em PT3 na profundidade de 10-20 na propriedade 4 - Presidente Médici, sendo que na profundidade de 0-10 cm não houve diferença.

As maiores médias de CTC para os usos do solo foram encontradas em BN na propriedade 1 – Cacoal, em PT na propriedade 2- Cacoal, em CF na propriedade 3 - Espigão D'Oeste e em PT3 na propriedade 4 - Presidente Médici.

As médias de CTC foram superiores na profundidade de 0-10 cm em todos os locais de amostragem.

A saturação por bases (V%) foi inferior em PT e BN na profundidade de 0-10 cm e em MT na profundidade de 10-20 cm, no entanto não diferiu de BN e PT para a propriedade 1- Cacoal. Na propriedade 2- Cacoal, valores superiores de V% foram encontrados em CF2 nas duas profundidades de amostragem e na propriedade 4 - Presidente Médici PT1 e PT3 também foram superiores na profundidade de 0-10 cm, assim como PT1 na profundidade de 10-20 cm (Tabela 6).

A V% (média) dos usos do solo foi maior para CF na propriedade 1 – Cacoal, CF2 na propriedade 2 – Cacoal, CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste e PT1 e PT3 na propriedade 4 - Presidente Médici.

A V% para profundidade foi significativo apenas para os locais propriedade 2 – Cacoal e propriedade 4 - Presidente Médici. Na propriedade 2 – Cacoal a V% foi superior na profundidade de 0-10 cm, no entanto, comportamento contrário foi observado na propriedade 4 - Presidente Médici que apresentou maior V% na profundidade de 10-20 cm devido à menor presença de H+Al nesta profundidade como afirma Ronquim (2010), quando explica que um baixo índice de V% significa que há pequenas quantidades de cátions saturando as cargas negativas dos colóides e, conseqüentemente, a maioria delas está sendo neutralizada por H+Al.

De maneira geral, os atributos químicos de fertilidade do solo foram semelhantes em todos os locais de amostragem, embora na propriedade 1 – Cacoal tenha menores quantidades de bases. No entanto, considerando a V% todos os locais se mostraram eutróficos (Tabela 6), com uma faixa de pH desejável pela maioria das culturas cultivadas no estado de Rondônia (Lopes, 2001), entre 5,5 e 6,06 (Tabela 4) e com ausência de alumínio trocáveis.

A ocorrência solos com pH menor que 7,0 é comum nas regiões de clima tropical devido à altas temperaturas e à grandeza da precipitação pluviométrica que ocasiona a lixiviação dos cátions básicos para as camadas inferiores, sendo substituídos nos colóides pelos íons H^+ (RONQUIM, 2010).

Em geral, solos antropizados, especialmente quando manejados inadequadamente, têm seu conteúdo de matéria orgânica diminuído e a disponibilidade de nutrientes é reduzida (SANTOS et al., 2011), no entanto, a maioria dos solos cultivados analisados não teve influência negativa nos atributos químicos ocasionados pelo tempo e pelos tipos de usos do solo quando comparado com os solos de mata, sendo que os atributos de Ca, Mg, K (Tabela 5), CTC e V% (Tabela 6) se mostraram melhores na maioria dos solos sob uso agropecuário.

Tabela 6 - Atributos químicos (CTC, V% e MOS) em diferentes usos do solo, em quatro propriedades rurais no estado de Rondônia.

Usos do solo*	CTC			V%			MOS		
	Profundidade (cm)								
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
	-----cmol _c .dm ⁻³ -----						----g. dm ⁻³ ----		
	-----Propriedade 1 – Cacoal-----								
BN	7,38	6,43	6,91 a	49,68abA	51,60abA	50,64 b	30,3 bA	16,7 bB	23,5 b
PT	7,10	5,69	6,40 ab	43,43 bB	52,11abA	47,77 b	30,3 bA	16,8 bB	23,6 b
CF	6,63	5,75	6,19 b	55,14 aA	59,13 aA	57,14 a	22,7 cA	16,7 bB	19,7 c
MT	7,05	6,55	6,80 ab	51,92 aA	47,87 bA	49,89 b	42,1 aA	21,0 aB	31,6 a
Média	7,04 A	6,11 B	-	50,04 A	52,68 A	-	31,4 A	17,8 B	-
CV%	-	-	7,54	-	-	7,71	-	-	1,09
	-----Propriedade 2 – Cacoal-----								
CF 1	8,67 bA	8,53aA	8,60 b	47,89 cA	42,88 cB	45,38 c	24,0 cB	27,9 bA	26,0 b
CF 2	7,90 cA	6,07cB	6,98 d	56,36 aB	60,13 aA	58,25 a	24,1 cB	27,0 cA	25,6 c
PT	9,50 aA	8,85aB	9,18 a	47,66 cA	48,31 bA	47,99bc	33,9 bA	28,7 aB	31,3 a
MT	8,51bcA	7,27bB	7,89 c	52,15 bA	45,98bcB	49,06 b	41,0 aA	21,0 dB	31,0 a
Média	8,64 A	7,68 B	-	51,01 A	49,32 B	-	30,7 A	26,2 B	-
CV%	-	-	4,24	-	-	3,80	-	-	0,87
	-----Propriedade 3 – Espigão D'Oeste-----								
PT	10,09	8,80	9,44 ab	56,60	49,57	53,09 b	32,7 bA	23,3 bB	28,0 b
CF	10,29	9,88	10,08 a	54,58	55,16	54,87 b	28,6 cA	22,7 bB	25,6 c
CS	8,95	7,62	8,29 b	65,15	72,47	68,81 a	22,0 dA	17,3 cB	19,6 d
MT	9,64	8,19	8,92 ab	59,46	60,15	59,80 b	35,8 aA	24,8 aB	30,3 a
Média	9,74 A	8,62 B	-	58,95 A	59,34 A	-	29,8 A	22,0 B	-
CV%	-	-	9,59	-	-	10,18	-	-	1,60
	-----Propriedade 4 – Presidente Médici-----								
PT1	8,58 aA	6,31 bB	7,44 b	63,57 aB	74,27 aA	68,92 a	38,9 bA	25,6 bB	32,3 b
PT2	8,33 aA	6,40 bB	7,37 b	51,70 bB	58,96 cA	55,33 b	37,8 cA	25,6 bB	31,7 c
PT3	8,79 aA	7,92 aB	8,35 a	67,29 aA	68,42 bA	67,86 a	30,3 dA	18,7 cB	24,5 d
MT	8,19 aA	6,58 bB	7,39 b	49,11 bB	58,60 cA	53,85 b	42,1 aA	28,6 aB	35,4 a
Média	8,47 A	6,80 B	-	57,92 B	65,06 A	-	37,3 A	24,6 B	-
CV%	-	-	4,02	-	-	3,59	-	-	0,92

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro do mesmo local de amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*Banana (BN); cafezal (CF, CF1 e CF2); pasto (PT, PT1, PT2 e PT3); consórcio (CS); mata (MT).

Embora os solos analisados não tenham apresentado características químicas limitantes elas podem ser melhoradas para o uso agropecuário, como alerta Ronquim (2010) quando afirma que a fertilidade química dos solos deve ser avaliada para a definição das quantidades e tipos de fertilizantes e corretivos a serem utilizados, bem como qual manejo deve ser aplicados ao solo, com o objetivo de manter ou recuperar a capacidade produtiva dos solos.

4.2.3 Matéria orgânica

Para matéria orgânica do solo (MOS) houve interação significativa entre usos do solo e profundidade em todos os locais de amostragem.

Os maiores teores de MOS foram encontrados nas interações entre os solos de MT e profundidade de 0-10 cm na propriedade 1- Cacoal e na propriedade 4 - Presidente Médici, ambos com $42,1 \text{ g.dm}^{-3}$ e os menores teores foram encontrados na propriedade 1 – Cacoal na interação de BN, CF e PT com a profundidade de 10-20 cm, com $16,7 \text{ g.dm}^{-3}$ para BN e CF e $16,8 \text{ g.dm}^{-3}$ para PT (Tabela 6). O solo da propriedade 1 – Cacoal é o solo com maior quantidade da fração areia (Tabela 2) o que pode ter influenciado em maior taxa de mineralização da matéria orgânica. Comportamento contrário ocorreu na propriedade 4 - Presidente Médici com maior quantidade de argila (Tabela 2) que apresentou maiores médias de matéria orgânica nas duas profundidades.

Melo e Alleoni (2009), explicam que há uma tendência de maior estoque de MOS em solos argilosos quando comparado aos arenosos. Os argilosos têm maior área superficial e maior quantidade de cargas o que possibilita maiores interações organominerais e menor taxa de mineralização. Esta interação organomineral demanda maior energia para os microorganismos em romper as ligações químicas para utilização dos elementos nutrientes da MOS. Além disso, também há proteção física da MOS devido à microagregação formada pela interação organomineral, inacessível a muitos organismos. Essa proteção reduz a difusão do oxigênio e consequentemente reduz a atividade microbiana no interior dos microagregados mesmo em regiões subtemperadas ou temperadas

Na propriedade 1- Cacoal, o tratamento CF apresentou menor teor de matéria orgânica na profundidade de 0-10 cm ($22,7 \text{ g.dm}^{-3}$), conforme mostra a tabela 6, sendo que BN e PT apresentaram níveis intermediários quando comparado ao solo de mata do mesmo local de amostragem. O mesmo comportamento pode ser observado para CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste que apresentou menores teores de MO nas duas profundidades de amostragem. Este resultado pode ser explicado pelo sistema de culturas utilizado, pois a área cultivada com café tem menor cobertura vegetal e produz menor fitomassa quando comparado à cultura da banana, à mata e à pastagem na propriedade 1, bem como em CS na propriedade 3 - Espigão D'Oeste que é um consórcio de café e coco, ou seja, são sistemas de culturas que, naturalmente, depositam menor quantidade de resíduo sobre o solo. Melo e Alleoni (2009) afirmam que o sistema de culturas utilizado como cultura anual, semiperene ou perene, em sucessão ou não, pode aumentar ou diminuir o estoque de matéria orgânica no solo devido à diferença na produção de fitomassa.

Na propriedade 2 – Cacoal, o solo de mata apresentou maior teor de matéria orgânica na profundidade de 0-10 cm, seguido de PT. O PT mostrou maior quantidade de matéria orgânica na profundidade de 10-20 cm dentre todos os usos do solo, inclusive do solo de

mata. Este resultado pode ser devido à renovação mais rápida das raízes na pastagem em comparação com solo de mata, já na profundidade de 0-10 cm é comum que o solo de mata apresente maior quantidade de matéria orgânica devido à liteira que se forma pela grande quantidade de queda da parte aérea das plantas por senescência.

Além da produção de fitomassa, outros dois fatores interferem no coeficiente de conversão da MO: a relação lignina/N (quanto maior a quantidade de lignina menos é o coeficiente de conversão e maior o estoque de MO) e a acessibilidade da microbiota ao resíduo, ou seja, resíduos de raízes estão mais protegidos fisicamente no interior dos agregados e por isso tem um coeficiente menor que os resíduos de parte aérea (MELO; ALLEONI, 2009).

Na propriedade 4 - Presidente Médici, PT3 apresentou menor quantidade de MO na interação entre as duas profundidades de amostragem (Tabela 6). Este resultado pode ser devido ao sistema de manejo do solo adotado na área, pois antes da pastagem que está implantada há 2 anos, o solo foi utilizado no cultivo de milho irrigado e para o preparo do solo era realizado operações de aração e gradagem do solo. Quando adotado sistemas de manejo com maior revolvimento do solo os agregados são rompidos, possibilitando a decomposição mais rápida da matéria orgânica e consequente perda de nutrientes, no entanto, quando os agregados são mantidos com o uso de manejos de solo menos agressivos, a decomposição da matéria orgânica é mais lenta, favorecendo maior estoque da matéria orgânica no solo (BENITES et al., 2005).

4.3 Interpretação geral

Verificou-se que os solos sob cultivo, especialmente aqueles com maior tempo de uso e com histórico de revolvimento, com usos de pastejo com maior lotação e aqueles que tiveram menor adição de matéria orgânica, sofreram influências negativas nos atributos físicos (densidade, porosidade total, macroporosidade e micro) e matéria orgânica do solo em comparação com os solos de mata.

Os solos antropizados, em média, tiveram diminuição de 13,8, 16,1 e 14,8% na porosidade total nas camadas de 0-10, 10-20 cm e média das camadas, respectivamente; 18,4, 17,2 e 18,1% na macroporosidade nas camadas de 0-10, 10-20cm e média das camadas, respectivamente; e 6,4, 12,1 e 10,1% na microporosidade nas camadas de 0-10, 10-20cm e média das camadas, respectivamente (tabela 7) e tiveram aumento de 12,8, 6,1 e 9,2% na densidade, nas camadas de 0-10, 10-20cm e média das camadas, respectivamente e tiveram

diminuição de 26,3, 5,3 e 19,1% no teor de matéria orgânica nas camadas de 0-10, 10-20cm e média das camadas, respectivamente (tabela 8).

Tabela 7 - Média geral da porcentagem dos atributos físicos do solo (porosidade total, macroporosidade e microporosidade) de diferentes usos do solo em comparação com solo de mata.

Usos do solo	Porosidade total			Macroporosidade			Microporosidade		
	Profundidade (cm)								
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
Antropizados*	86,2	83,9	85,2	81,6	82,8	81,9	93,6	87,9	89,9
MT	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*Solos com usos para agricultura ou pecuária: bananal; cafezal, pastagem, consórcio de coco e café. Mata (MT).

Tabela 8 - Média geral da porcentagem de densidade do solo e matéria orgânica de diferentes usos do solo em comparação com solo de mata.

Usos do solo	Densidade do solo			Matéria Orgânica		
	Profundidade (cm)					
	0-10	10-20	Média	0-10	10-20	Média
Antropizados*	112,8	106,1	109,2	73,7	94,7	80,9
MT	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*Solos com usos para agricultura ou pecuária: bananal; cafezal, pastagem, consórcio de coco e café. Mata (MT).

5 CONCLUSÕES

Os solos sob cultivo, especialmente aqueles com maior tempo de uso e com histórico de revolvimento, tiveram influência negativa nos atributos físicos (densidade, porosidade total, macroporosidade e micro) e matéria orgânica do solo em comparação com os solos de mata.

Os solos antropizados, em média geral, tiveram aumento de 9,2% na densidade, diminuição de 14,8; 18,1 e 10,1% na porosidade total, macro e microporosidade, respectivamente e, diminuição de 19,1% no teor de matéria orgânica.

Os atributos químicos, com exceção da matéria orgânica, não foram influenciados negativamente na maioria dos usos do solo em comparação com os solos de mata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO FILHO, J.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; MOTA, J. C. A. **Física do solo, conceitos e aplicações**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2008. 290 p.

ANDRADE, A. P. **Atributos físicos e químicos de um Cambissolo húmico sob dois sistemas de manejo após doze anos de cultivo**. 2009. 68 p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lajes, 2009. Disponível em: <http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/828/andreia_patricia_andrade_alvaro_luiz_mafra_06_0.pdf>. Acesso em: 12 maio 2013.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 320 p.

BENITES, V. M.; MADARI, B.; BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A. Matéria Orgânica do Solo. In: WADT, P. G. S. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa, 2005. p. 102-117.

BERTONI, J.; LOMBARDI, F.N. **Conservação do solo**. 7 ed. São Paulo: Ícone, 2010. 355 p.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. DA S.; ANDRIOLI, I. Efeito da compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27 (2): 193-198, abr./jun. 2005. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/1480/1128>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J. & GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32(3): 975-983, maio/jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a07v32n3.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

BRAIDA, J. A.; REYCHERT, J. M.; REINERT, D. J.; SOARES, J. M. D. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG v. 30 (4): 605-614, jul./ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v30n4/01.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2015.

CANELLAS, L.P; SANTOS, G.A.; AMARAL, N.B.M. Reações da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. 508 p.

CARVALHO, G. D et al. Adubação verde como contribuição às características físicas do solo sob o cultivo de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** 32., 2009, Fortaleza.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e suas relações com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e método de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22 (3): 527-538, maio/jun. 1998. Disponível em: <<http://sbc.solos.ufv.br/solos/revistas/v22n3a19.pdf>>. Acesso em: 3 mar. 2015.

- CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; PEREIRA, G. T.; SOUZA, Z. M. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Ciência Rural**, Santa Maria, 37(2): 394-400, mar./abr. 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n2/a15v37n2.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- COUTINHO, F. S.; LOSS, A.; MARCOS GERVASIO PEREIRA, M. G.; RODRIGUES JUNIOR, D. J.; TORRES, J. L. R. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, Minas Gerais. **Comunicata Scientiae**, Teresina, 1(2): 100-105, jul./dez. 2010. Disponível em: < <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/46/33>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, (2): 175-182, maio/ago. 1996.
- DICK, D. P.; NOVOTNY, E. H.; DUCKOW, J.; BAYER, C. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V. F. & ALLEONI, L. R. F. (Ed.). **Química e mineralogia do solo: Parte II- Aplicações**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 1-68.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1997. 230 p. (EMBRAPA/CNPS, documentos 1). Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf >. Acesso em: 15 jun. 2015.
- ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, F. R.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.
- FERNANDES, L.C.; GUIMARÃES, S.C.P. (Coord.) **Atlas geoambiental de Rondônia**. 2. ed. Porto Velho: SEDAM, 2002. 141 p.
- FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: LIER, Q. J. (Ed). **Física do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2010. p. 3-24.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LUGÃO, S. M. B.; COSTA, M. A. T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 43 (11): 1583-1590, nov. 2008. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/961/5560>>. Acesso em: 3 ago. 2015.
- GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A. G.; VIEIRA, S. R.; KOBAYASHI, A. G.; FURTADO, A. L. S. **Degradação de pastagem avaliada por atributos físicos do solo de fácil obtenção analisados por geoestatística**. Trabalho apresentado ao 2. Simpósio de Geoestatística em Ciências Agrárias, São Paulo, 2011.
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 16-20.
- HÉNIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Os solos agrícolas**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, São Paulo: Editora da USP, 1976. 334 p.

HENRIQUE, J.S. **Qualidade física do solo cultivado com uva, em diferentes posições e tempos de implantação, na Chapada do Apodi – CE**. 2011. 125 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; VERZIGNASSI, J. R.; QUEIROZ, H. P. Diagnóstico para o planejamento da propriedade. **Documentos-Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 182, 2011.

KITAMURA, A. E.; CARVALHO, M. P.; LIMA, C. G. R. Relação entre a variabilidade espacial das frações granulométricas do solo e a produtividade do feijoeiro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 31(2): 361-369, mar./abr. 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n2/a18v31n2.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F. AMADO, J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 31(5): 1131-1140, set./out. 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n5/a28v31n5.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 3. ed. São Paulo: Editora da USP, 2005. 344 p.

LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 27 (1):199-205, jan./fev. 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n1/v27n1a21.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

LIMA, V. M. P.; OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, L. F. C. Intervalo hídrico ótimo e porosidade de solos cultivados em área de proteção ambiental do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 33(5): 1087-1095, set./out. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n5/v33n5a02.pdf>>. Acesso em: 3 ago. 2015.

LOPES, A. S. **Guia de fertilidade do solo**. Lavras. Universidade Federal de Lavras. 2001. 250p.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, E.M.R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 44 (1): 68-75, jan. 2009. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/481/5633>>. Acesso em: 5 fev. 2015.

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; KURTZ, C.; FAYAD, J. A. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, 9 (1): 9-19, jan./abr. 2010. Disponível em: < <http://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5281/3491>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, 38: 133-146, 2009. Suplemento especial. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea15.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

MELO, V. F. e ALLEONI, L. R. F. **Química e mineralogia do solo**: Parte II-Aplicações. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, MG: 2009. 685 p.

MELO FILHO, J. F.; CARVALHO, L. L.; SILVEIRA, D. C.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Índice de qualidade em um Latossolo amarelo coeso cultivado com citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 31 (4): 1168-1177, dez. 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n4/v31n4a34.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

MAGALHÃES, S. S. A.; WEBER, O. L. S. SANTOS, C. H.; VALADÃO, F. C. A. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste-RO. **Acta Amazônica**, Manaus, vol. 43(1): 63-72, mar. 2013. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/aa/v43n1/v43n1a08.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R e GREGO, C. R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 44 (11): 1513-1519, nov. 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n11/20.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Qualidade física de um Cambissolo sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 37 (5): 1196-1206, set./out. 2013. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n5/09.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, F. R.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 360 p.

PAPA, R. DE A; LACERDA, P. C.; CAMPOS, P. M.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Qualidade de Latossolos vermelhos e vermelho-amarelos sob vegetação nativa de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 41 (4): 564-571, out./dez., 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v41n4/a02v41n4.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

PERUSI, M. C.; CARVALHO, W. A. Avaliação da estabilidade de agregados de argissolos em diferentes sistemas de uso e manejo no município de Anhumas-SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, 22 (1): 94-111, jan./mar. 2007. Disponível em: < http://revistas.fca.unesp.br/html/CD_REVISTA_ENERGIA_vol9/vol22n12007/artigos/Maria%20Cristina%20Perusi.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2015.

PORTUGAL, A. F.; O. D. V.; COSTA, L. M.; SANTOS, B. C. M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo háplico tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 32 (1):249-258, jan./fev. 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n1/24.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de

cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 32 (5):1805-1816, set./out. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n5/02.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2015.

RONDÔNIA. Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental. **Atlas Ambiental 2002**. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

_____. _____. **Meteorologia**: Boletins climatológicos. Anuais 2012b. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Campinas, SP, 8, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

ROQUE, A. A. O.; SOUZA, Z. M.; BARBOSA, R. S.; SOUZA, G. S. Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 45 (7): 744-750, jul. 2010. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8221/6051>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

RUDNICK, V. A. S. **Atributos físicos e químicos do solo sob diferentes usos e manejos em Rondônia**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015. Disponível em: <http://www.pgdra.unir.br/downloads/4078_vaneide_rudnick_dissertacao_2012_2015.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2015.

SALMAN, A. K. D. Conceitos de manejo de pastagem ecológica. **Documentos Embrapa Rondônia**, Porto Velho, 121, 2007. Disponível em: <http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/doc121_pastagemecologica_.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2015.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M.; SILVEIRA, P. M.; BECQUER, T.. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 46 (10): 1339-1348, out. 2011. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8525/6418>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; TOMM, G. O. Efeito de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP) sobre a fertilidade do solo em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, 31 (4): 719-727, out./dez. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/925/925>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

SCHLINDWEIN, J. A.; MARCOLAN, A. L.; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; PEQUENO, P. L. L.; MILITÃO, J. S. T. L. Solos de Rondônia: usos e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Rolim de Moura, 1 (1): 213-231, 2012.

SILVA, A. L. **Indicadores microbianos relacionados a carbono e nitrogênio do solo em sistema de rotação de culturas para cebola**. 2012. 34 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Santa Catarina, 2012. Disponível em: <

http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/831/adilson_luz_da_silva_alvaro_luiz_mafra_07_0.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

SILVA, A. P.; LEÃO, T. P.; TORMENA, C. A.; GONÇALVES, A. C. A. Determinação da permeabilidade ao ar em amostras indeformadas de solo pelo método da pressão decrescente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 33 (6):1535-1545, nov./dez. 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n6/a03v33n6.pdf> >. Acesso em: 4 jun. 2014.

____; LIBARDI, P.L.; CAMARGO, O.A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 10(2): 91-95, 1986.

____; TORMENA, C. A.; DIAS JUNIOR, M. S.; IMHOFF, S.; KLEIN, V. A.. Indicadores de qualidade física do solo. In: LIER, Q. J. (Ed.) **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 242-248.

SILVA, A. S. da. Análise morfológica dos solos e erosão. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 105-110.

SILVA, L.S.; CAMARGO, F.A.O.; CERETTA C.A. Composição da fase sólida do solo. In: MEURER E.J., (Ed.) **Fundamentos da química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p. 45-62.

SOUZA, D.M.G, MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, F. R.; ALVARES, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 205-213.

____; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: REATTO, A. et al. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 81-82.

STÜRMER, S. L. K. **Atributos químicos, físico-mecânicos e mineralógicos de um Argissolo vermelho submetido a manejos de solo sob plantio direto**. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/60526/000862245.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 4 jan. 2014.

TOMASI, C.A. **Atributos químicos e matéria orgânica em Latossolo Vermelho de altitude sob usos e manejos distintos**. 2011. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/30191/000777895.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 4 jan. 2014.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R.G.A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia brasileira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, 5 (10): 27-49, jan./jun. 2010.

VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; SILVA, A. M. Analisador granulométrico de solos. **Comunicado Técnico EMBRAPA**, 5: 1-5, out. 1996.

VEZZANI, F. M; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em Argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 35 (1): 213-223, jan./fev. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n1/a20v35n1.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2014.

____; _____. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 33 (4): 743-755, jul./ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n4/01.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2014.

WOHLENBERG, E.V.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, 28 (5): 891-900, set./out. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v28n5/22824.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2013.

YDOYAGA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SILVA, M. C.; SANTOSV. F.; FERNANDES, A. P. M. Métodos de recuperação de pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, 35 (3): 699-705, maio/jun. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n3/30059.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2013.